



*Although
there are
many
avenues to
wisdom,
books remain
the primary
source.*

**ELMO
ROPER**

A Gift to

The
Colorado
College



by

*The John Bunker
Collection on Sugar*

CHARLES
LEAMING
TUTT
LIBRARY

REVUE UNIVERSELLE

DES PROGRÈS

DE

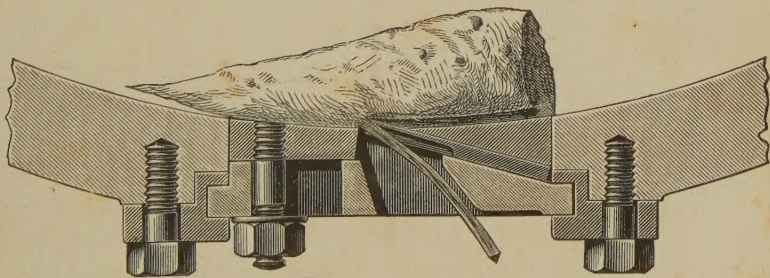
LA FABRICATION DU SUCRE

PAR

FRANÇOIS SACHS, ingénieur (à Gembloux, Belgique)

Première Année

(1883-1884)

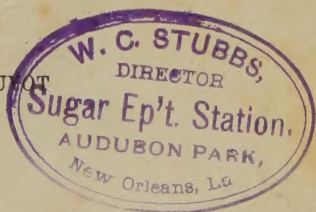
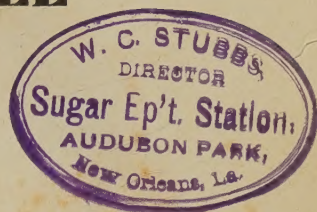


AVEC 3 PLANCHES, 1 PHOTOLITHOGRAPHIE ET 295 GRAVURES DANS LE TEXTE

BRUXELLES

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE E. GUYOT
Rue Pachéco, 12

1885



TP
377
523
1885
WITHDRAWN

PRÉFACE

Le développement de l'industrie sucrière a eu pour conséquence une notable dépréciation dans la valeur du sucre.

Il en est résulté la nécessité pour tous les fabricants de rechercher minutieusement tous les moyens qui peuvent permettre soit d'augmenter le rendement, soit de diminuer les frais d'exploitation.

Pour atteindre ce but il ne suffit plus de se borner exclusivement aux observations personnelles ou à celles de ses voisins.

Il faut encore que le fabricant s'initie à tous les progrès signalés dans l'industrie sucrière, non pas pour adopter aveuglément les innombrables méthodes recommandées par les inventeurs, mais bien pour se mettre en mesure de pouvoir choisir en connaissance de cause celles qui sont les plus favorables ou qui se prêtent le mieux aux cas spéciaux dans lesquels se trouve son usine. Ce n'est qu'à la condition de s'approprier tous les avantages résultant des innovations et découvertes utiles les plus récentes que le fabricant intelligent réussira, pourvu, bien entendu, que les conditions locales ne soient pas trop onéreuses.

Mais ici se pose la question de savoir où le fabricant pourra trouver les renseignements nécessaires à la solution du problème.

Il existe en Europe un assez grand nombre de journaux spéciaux qui s'occupent de l'industrie sucrière et qui rendent à ce point de vue des services signalés. Seulement leur mode de publication périodique a pour conséquence le manque de classement des matières traitées, ce qui empêche le fabricant, toujours fort occupé, d'étudier à l'aise l'une ou l'autre question qui l'intéresse plus particulièrement. Ajoutons à cela que la plupart des journaux spéciaux étant écrits en langues étrangères sont inaccessibles à la grande masse des lecteurs français ou belges.

Il y a là une lacune regrettable que nous avons résolu de combler en publiant une *Revue universelle des progrès de la fabrication du sucre*, qui paraîtra une fois par an et qui donnera un résumé court, mais complet, de tous les progrès signalés dans l'industrie sucrière du monde entier.

L'ouvrage que nous offrons au public se divise en quatre parties bien distinctes :

La première partie, qui occupe la plus grande place, traite des appareils et des procédés de fabrication, dont la description est accompagnée d'un grand nombre d'illustrations.

Un chapitre spécial est consacré à la fabrication du sucre de *canne* et au travail du *sorgho*.

La *deuxième* partie comprend les améliorations réalisées dans la culture des betteraves, ainsi que les observations faites sur l'application des engrais, les ravages des insectes nuisibles, etc. Il y a un supplément concernant la culture de la canne à sucre.

Dans la *troisième* partie nous donnons la description de tous les progrès accomplis récemment dans le domaine de la chimie sucrière.

Dans la *quatrième* partie, on trouvera un aperçu sur l'état de l'industrie sucrière dans les différents pays du monde entier. Il y aura là non seulement une statistique aussi complète que possible, mais encore des observations nombreuses sur la législation, les questions économiques, etc., des différents pays.

Enfin, nous avons cru être agréable à nos lecteurs en ornant notre ouvrage de quelques portraits formant un premier groupe des hommes éminents auxquels l'industrie sucrière doit en grande partie ses progrès récents. Ces portraits sont accompagnés de biographies authentiques.

Nos renseignements ont été puisés presque toujours dans les sources originales, et nous avons même compris dans le cercle de nos investigations la littérature russe. Il y a cependant aussi un certain nombre d'articles inédits et d'observations personnelles que nous avons cru utile d'ajouter au texte.

Notre tâche a été facilitée par l'appui généreux qui nous a été accordé de tous les côtés.

Nous tenons à remercier en premier lieu M. **Armand Le Docte**, chimiste-conseil (à Bruxelles), qui a bien voulu nous prêter son concours pour la rédaction de la première partie de cet ouvrage, et puis M. **Abel Raeymaeckers**, Ingénieur agricole (Gembloux), qui a collaboré à la deuxième partie.

De même les rédacteurs de presque tous les journaux spéciaux et beaucoup d'autres personnes compétentes nous ont rendu des services importants dans l'accomplissement de notre travail.

Citons notamment M. Beauduin (Tirlemont), le Dr Nevole (Prague), le Dr Scheibler (Berlin), MM. Dupont, Tardieu et Dureau (Paris), le Dr Kohlrausch (Vienne), M. Jelinek (Prague) et beaucoup d'autres.

Nous exprimons à tous nos remerciements les plus sincères.

En traitant les questions nombreuses se rattachant à l'industrie sucrière, nous avons pris pour guide les lois de l'impartialité la plus absolue. C'est assez dire que nous accueillerons toujours avec plaisir, pour nos publications futures, les rectifications qui pourront nous être adressées sur l'une ou l'autre partie de notre travail.

S'il est resté, malgré tout, quelques imperfections dans la composition de l'ouvrage, nos lecteurs voudront bien les excuser en tenant compte des difficultés considérables de notre entreprise.

F. SACHS.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE.

La fabrication du sucre.

CHAPITRE I.

Transport et lavage des betteraves.

A. — <i>Transporteurs hydrauliques.</i>	
Systèmes Riedinger, Knauer, Rassmus, Huck, Mackensen	1
Observations sur l'emploi des transporteurs	7
Pulsomètre Körting	8
Observations de Tolpygine	9
B. — <i>Transporteurs et élévateurs mécaniques.</i>	
Transporteur à cordes en caoutchouc (Dippe)	10
Transporteur en acier (Pickhardt, Tournay)	10
Godets des élévateurs (Bartz).	11
Appareil pour charger les betteraves (Siedersleben)	11
C. — <i>Laveurs.</i>	
Systèmes Zinkeisen, Böhmer, Berggreen, Conreur-Crombez, Hering, Heyn, Randhahn, Hahn, Leinhaas-Hülseberg	11
D. — <i>Épierreurs.</i>	
Systèmes de Zweigart, de Nietschmann, de Loze	17

CHAPITRE II.

Extraction du jus.

A. — <i>Diffusion.</i>	
Le système Riedel (Huck, Bertrand, P. D.)	20
Emploi de la chaux à la diffusion (Fromentin).	21
Système adopté à Chaulnes	22
B. — <i>Coupe-racines.</i>	
Coupe-racines centrifuges de Kessler, de Rassmus et de Fontaine.	22
Rabots à cossettes de Nikisch, de Stentzel, de Reboux	27
Coupe-racines à chaîne sans fin, de Capitaine	30
Modifications aux coupe-racines ordinaires (Ulrich, Putsch, Kollman, Podlipsky, Maguin, M*, Bodenbender)	31
C. — <i>Couteaux de diffusion.</i>	
Systèmes Brandt-Nawrocki, Weiland, Greiner, Paschen, Rassmus, Putsch, Arndt, Weyr	34

D. — <i>De l'affûtage des couteaux de diffusion.</i>	
Description de tous les systèmes employés jusqu'ici (Wagner)	37
Méthodes de Wasgestian, Jutrzenka, Lehnartz	40
Machines de Conreur-Crombez, de Rassmus et de Putsch.	40
E. — <i>Tamis des diffuseurs.</i>	
Systèmes Stuchly, Koran, Cizek, Delrée-Ophoven, Kodl, Neuman.	43
Appareil déchargeur des tamis de Skala-Raulich	45
Observations de Fröhlich	45
F. — <i>Appareils de sûreté.</i>	
Appareils de Rassmus et de Wagner-Janacek.	46
G. — <i>Appareils de contrôle.</i>	
Appareils de Munnem, de Görz et de Rassmus	47
H. — <i>Evacuation des mousses.</i>	
Appareils de Reboux, de Lincke et de Leyser	48
J. — <i>Détails du travail de la diffusion.</i>	
Observations de Frass et de Degener	49
K. — <i>Presses à cossettes.</i>	
Appareils de Skoda, de Greiner et d'Adelheim	50
Séchage des cossettes (Reinhardt, Märcker, Rothbarth)	51
Prix de l'Association des fabricants allemands	52
L. — <i>Diffuseur continu.</i>	
Système Charles et Perret.	53
M. — <i>Sur la nature des gaz dans la diffusion.</i>	
Observations de Chevron, de Dehérain et de Scheibler	55
N. — <i>Macérateurs.</i>	
Systèmes Klewitz, Lalande et Cuvelier.	56
O. — <i>Presses hydrauliques et presses continues.</i>	
Sur les lames de râpe (Durin, Detape)	59
Dépulpneur de Fleurus (Le Docte)	59
Traitement des semelles de la pulpe (Dantu, etc.)	60
Presse Piéron et emploi de la chaux aux pulpes (Pellet)	60
Appareils Dujardin pour les presses continues (Vivien).	61
Nouveau système d'extraction du jus par Boury et Provins	62
P. — <i>Procédés par les filtres-presses.</i>	
Système Cail.	63

CHAPITRE III.

Épuration du jus.

A. Chaudières à carbonater.

Appareils de Knauer, de Loze, de Kettler, de Nagel, de Pitrof, de Licht et de Berkefeld	65
Appareils continus de Lücke et de Görz	68
Densité des jus (Pellet).	69
Explosion d'une chaudière à carbonater	70

B. Préparation du lait de chaux.

Appareils de Kundt et de Wackernie	70
Densité du lait de chaux (Lunge).	73

C. Four à chaux.

Calcul du four à chaux et de la machine à gaz (Gallois)	74
---	----

Observation sur le combustible (Weiland)	77
Sur la qualité de la pierre calcaire et du coke (Pellet)	77
Extraction de la chaux des écumes par Buisson (Sachs et Roupnievsky)	79
Casse-coke de Loizeau	79

D. Agents divers d'épuration.

Procédés de Siegert, de Licht, de Schott, de Jünemann, de Kühnemann et de Berggreen	79
---	----

E. Travail à l'acide sulfureux et au gravier.

Communications de Schäper, Einfeld, Nagel, Drenckmann, Brumme, Bodenbender, Bartz, Stammer	83
Expériences de Frühling et Schulz	85
Communications de Kockert, Bachler, Lippmann, Schulz, F.-E.-R., Grotkass, Lach, Kohlrausch, Pölcke, Olschewsky	85
Appareils pour l'acide sulfureux de Porry et d'autres	88

F. Filtres-presses.

Les filtres-presses à épuisement absolu	88
Filtres-presses à épuisement de Dehne, de Kroog, de Selwig-Lange, de Wegelin-Hübner et de Gallois	89
Dispositions de Fischer, de Cizek, de Kroog, de Dufay, de Härtel, de Wohanka et de Müller	91
L'emploi de l'asbeste pour les filtres-presses (Gottschalk, Glaser)	94
Opinion sur l'épuisement des filtres-presses (Weisberg)	95

G. Pompes à jus et à écumes.

Garniture au piston de Anthon	96
Comparaison des pompes et des monte-jus (Kröger et Wegelin-Hübner)	96

H. Filtration mécanique.

Les poches Puvrez et les filtres-presses (Observations de Sickel, Kuthe, Schmidt, Nagel, Schäper, Jarkovsky, Gross et Hulwa)	99
Installation des poches Puvrez (Rassinus)	102
Filtration mécanique verticale (The Pulsometer Comp.)	103
Bac-filtre et filtre mécanique de Puvrez	104
Filtre-éponge de Perret	106
Filtre de Loze et Hélaers	107
Appareil de filtration de Wackernie	109

J. Lavage des filtres à noir.

Prise d'échantillon (Appareil de Müller)	110
--	-----

K. Revivification du noir animal.

Méthodes diverses de travail (Divis, Hodek)	111
Bac de fermentation de Francisci	112
Laveurs à noir de Kohle et de Delavierre	113
Séchage du noir de Hänel-Gebauer	113
Four à calciner le noir de Nepp	114

L. Noir artificiel.

Énumération de tous les procédés connus jusqu'ici	115
Procédés nouveaux d'Olschewsky, de Unger-Wazem et de Kleemann . . .	116
M. Préparation du noir et de l'ammoniaque.	
Méthode de Castner	117
Supplément (Machine à aiguiser Conreur-Crombez, Paschen)	119

CHAPITRE IV.

Évaporation et cuite.

A. Observations générales sur l'évaporation.

Introduction	121
Considérations théoriques sur l'évaporation (en faisant usage de la brochure de H. Jelinek).	122
Observations de Walkhoff.	124
Essais de Simirenko.	125
Suite des études sur l'évaporation par Jelinek	126
Observations de Horsin-Déon, Jarkovsky, Krüger et autres	133

B. Système Wellner-Jelinek.

Ancien appareil d'évaporation de Wellner-Jelinek	136
Critiques de Walkhoff, Horsin-Déon, Bauermeister.	140
Nouvel appareil d'évaporation de Wellner-Jelinek	142
Disposition générale de l'évaporation par Jelinek	145

C. Système Rillieux.

Principes généraux du système Rillieux	149
Observations de Jarkovsky, Tolpygine, Ihlée et Walkhoff.	150
Système d'évaporation de Rillieux-Lexa	152
Souape sphérique de Miller	155

D. Système Weiler-Piccard.

Théorie de ce système et indications pratiques (Tökei, Svorcik, Jarkovsky Konradi)	155
Travail à Elsdorf (Jelinek).	161
Système analogue de Selwig-Lange.	161

E. Systèmes d'évaporation divers.

Procédé de Vivien	162
Procédé de Gilain et opinions de Walkhoff et de Horsin-Déon sur ce procédé. .	164
Système de Wislocki	165
Systèmes de Görz, de Delacourt-Dolignon et de Walkhoff	166

F. Modifications des appareils d'évaporation.

Appareils d'évaporation de Kux, de Boussu, de Gilain, de Dujardin, de Fives-Lille, de Kodl, de Wernicke, de Wirth, de Forstreuter, de Podwils et de Browne	167
--	-----

Installation de spirales et d'hélices dans les tubes de chauffage	175
Modifications dans l'appareil Hodek (G. Le Docte, Schmid)	176
Appareils de sortie automatiques pour l'eau condensée de Kusenberq, de Dehne, de Schäffer-Walcker, de Kallert et de Leclercq.	176
Modifications aux monte-jus de Janda-Zednik et de Kählig	179

G. Analyses.

Composition des dépôts du triple-effet (Pellet)	180
Composition des gaz du triple-effet (Dupont, Horsin-Déon)	181

H. La cuite en grains.

Observation de Jelinek et de Greiner	182
Appareils de cuite de Jelinek, de Mik Ringhoffer et de Kux	182
Éprouvette Delavierre	184
La cuisson difficile (Degener, Lippmann, Ebert, Drenckmann, Boden- bender, J...)	184
Sur le rendement des masses cuites (Hulla)	186

CHAPITRE V.

Le travail de la masse cuite.

A. Modifications du travail ordinaire.

Appareils pour refroidir la masse cuite (Bocquin-Lipczynsky et Märky- Bromovsky)	189
Traitement de la masse cuite dans les formes (Fischer)	190
Turbines à action continue de Schüchtermann, Osterhaus, v. Bechtols- heim, Strohbach	190
Turbine Hepworth	194

B. Accidents arrivés par les turbines.

Statistique des accidents arrivés	195
Dispositions pour prévenir les explosions de Leupold	195

C. Production de sucre blanc dans les turbines.

Appareils de Prieu et d'autres	196
Systèmes de Orlop, Ortman, Tschepke, Prévost, Fesca, Massignon, Stoelin, Laborde, Legentil	197

D. Raffinage du sucre.

Énumération des principaux progrès accomplis (Appareils de Passburg, Demmin, Leurson-Lots, Carstanjen, Siegert, Uwe Esmarch, Herbst, Mackensen, Lebaudy, Wenrich et Schmeja)	205
Mention des travaux de Stade et de Briem	206
Indications de Tolpygine sur les progrès du raffinage en Russie.	206

E. Installation des emplis.

Foyer à étages de Perret	206
Le mode de travail à Mayot, Malaxeux Fives-Lille	208
Observations sur les sirops (Durin, Rabbethge, Drenckmann).	209

CHAPITRE VI.

Travail des mélasses.

Introduction	211
------------------------	-----

A. Osmose.

Théorie et indications pratiques données par Leplay, Briem, Kukla, Karlik.	211
Le tissu à déchargement (Sukup-Wagner).	220
Tableau des pertes de sucre (Kucera-Heller).	220
Osmogènes perfectionnés de Selwig-Lange, Cerych, Dehne, Talma, Marky-Bromowsky, Daix, Keyr, Kodl, Eckstein et Sebek. Méthodes d'osmose de Dejmek-Weyr et de Jünemann	220
Utilisation des eaux d'exosmose (Kohlrausch, Bauer, Dubrunfaut, Strohmeyer).	234
Extraction du salpêtre des eaux d'exosmose (Faucher).	235
Moyen de reconnaître l'eau d'exosmose (Wachtel).	237
Fabrication des saccharomètres pour l'osmose	237
<i>L'osmose calcique</i> . Descriptions par Cuisinier, De Puydt, Dureau, etc.	237
Système d'osmose de Keyr-Mélichar	240

B. Élution.

Procédé Scheibler-Seyfert. Modification de Bodenbender.	240
Procédé Manoury	242
Procédé Weinrich	243
Procédés Riedel, Pieper, Eissfeldt	244
Procédé Drevermann	245
La précipitation (Sostman)	246
Étude comparative des principaux systèmes d'élution et de précipitation par Degener.	248
Machine à couper le mélassate de chaux plastique (Brandt-Nawrocki, Fritsche)	249
Emploi des eaux d'élution (Bodenbender)	251
Extraction de l'ammoniaque des lessives alcooliques (Pauly et Steffen).	251

C. Procédés à la strontiane.

Ancien procédé de Scheibler.	252
Nouveau procédé de Scheibler	253
Procédé Leplay	256
Application du procédé Scheibler	256
Régénération des écumes de strontiane (Sidersky, raff. de Dessau).	257
Laveur continu de la fabrique de Zeitz. Sucette de Mackensen	259
Les mines de strontiane	259
Calcination du carbonate de strontiane (Procédés de Nord et de Meiser)	260
Changement du sulfate de strontiane en carbonate (Procédés de Ziomczynsky, de Lohsse, de Bolton, de Grouven, de Lieber et de Niewerk).	262

D. Travail à la chaux.

La substitution de Steffen.	266
La séparation de Steffen (von Lippmann, Bärthlein, At. de Brunswick)	268

Procédés de Wolters, de Jünemann et de Sladeck	274
Procédé de Boivin-Loiseau	275

E. Procédés divers.

Procédé au sulfate de zinc (Crispo)	276
Procédé à l'alumine (Gerke, Gans)	277
Procédé au manganèse (Dugald Mac. Eachran)	277
Procédé à la magnésie (Harperath)	278
Procédé à l'acide acétique (Wernicke)	279

F. Distillation des mélasses.

Sur le mode de vente des mélasses (Leplay, Sencier)	
La valeur des mélasses en distillerie (Leplay, Gawalovsky, Bauer)	281

CHAPITRE VII.

Chaudières à vapeur.

A. Conditions théoriques et essais pratiques.

Quantité de vapeur qu'il s'agit d'évaporer dans les fabriques de sucre	285
Économie de combustible (Horsin-Déon)	285
Observations générales sur le travail des chaudières à évaporer (Schnirch et autres)	286
Essais de contrôle des chaudières à vapeur à Wschetul, Ung-Brod, Brunn, Ostrau et Chamraïevka	288

B. Systèmes de chaudières divers.

Chaudières de Ruppert-Sulzberger, Leinweber, Galloway	294
Chauffage par les produits de la distillation du combustible (Schulz et Eckardt)	295

C. Revision des chaudières. — Accidents.

Procédé pour faciliter la revision des chaudières (Bethe)	295
Causes de la destruction des chaudières à vapeur (Ass. de Düsseldorf, de Parville)	296
Accident dans une chaudière vide	296

D. Combustibles.

Combustible économique (Gawalovsky)	297
Essai sur le pouvoir calorifique de la houille à Bochum	297
Manière de faire les essais calorimétriques	297

E. Sur la combustion.

La combustion sans flamme (Fletcher)	298
Grille Ten-Brinck (Ehrendorfer, Zwiauer)	298
Grilles diverses. Grille Nikiforow	299
Fumivore Orvis	300
Chargement des grilles (Hecht et Koppe)	300

F. Détails de construction.

Appareils de sûreté de Kuërs et de Schwartzkopff	301
Flotteur à eau d'Amflette	302
Niveau d'eau de Lefèvre-Renaux	302
Thermomanomètre de Collardeau	302
Appareil pour essayer les manomètres (Ruchholz)	303

G. Alimentation d'eau.

Régulateur pour l'alimentation des chaudières et pour la vidange des eaux de condensation (W. Ritter)	304
Appareils automatiques de Cohnfeld et de Belbezet	305
Réchauffeurs de l'eau d'alimentation d'Abel, de Hirschel et de Wass-Katzenstein)	307

H. Sur l'incrustation des chaudières.

Observations sur l'incrustation des chaudières (Campe, Macadam, Bunge)	311
Le zinc. Désincrustants de Nivet et d'Alfieri	314
Analyse des moyens secrets contre l'incrustation des chaudières (laboratoire de Munich)	315
Observations de Closson et de Jelinek	315

CHAPITRE VIII.

Questions diverses.

A. Épuration des eaux de vidange de la fabrique.

Discussion de cette question (Hahne, Bodenbender, Sostmann, Müller)	317
Systèmes d'épuration de Pichler-Sedlacek, de Türcke, de Schultze, de König	319
Filtration des eaux de vidange (Weig, Cramer, Oldham-Farguhar)	322
Altération des cours d'eau par les eaux des féculeries (Priou)	323

B. Machines et appareils divers.

Moteur à vapeur de Hoffmeister	324
Pulsomètre de Vogel	324
Pompe Greindl (Poillon)	325
Élévateur Thiéry	328
Appareil de séchage de Theisen. Élévateur de Grasshoff	330

C. Questions de construction et de mécanique.

Chemins de fer portatifs de Decauville et de Béliard	331
Solidité des cheminées en briques (Hänel)	332
Installation de grands réservoirs (Intze)	332
Calcul de la force transmise par une courroie (Wilkinson)	333
Découverte des fuites de gaz (Jünemann)	333
Fabrication de tuyaux en fer résistant à la gelée (Powell-Rigly)	334
Tuyaux à vapeur environnés d'une couche d'air stationnaire	334
Imprégnation du bois (Jünemann)	334

D. Matériaux divers.

Fabrication d'une masse non conductrice de la chaleur (Eberts-Lee)	335
Préparation d'un enduit silicaté (Erichsen)	335
Masse isolante de Grünzweig	336
Mastics pour tuyaux à vapeur (Lehner)	337
Fluidine et graisse antifriction (Kamensky, Bunge, Jasinsky)	337
Emploi de l'asbeste (Schreiber)	338
Graisse résineuse pour courroies	339
La couleur et l'émail au silicate	339
L'émail des formes à sucre (Gawalovsky, Jünemann)	339

E. Électricité. — Éclairage au gaz.

L'éclairage électrique des sucreries (Anthon, Hölzer)	339
Les accumulateurs électriques (Pierre, Friedländer)	341
L'électricité comme force motrice (Anthon)	342
Encore l'éclairage électrique	342
Appareils à gaz d'éclairage de Dami-Lacouture	342

CHAPITRE IX.

Le sucre de canne.

A. — *Extraction du jus.*

Moulins à canne (Systèmes Rousselot, Cail, La Meuse)	344
Procédé de l'imbibition (Duchassaing)	346
Moulin à pressions multiples (Lahayeet Brissonneaux)	346
Procédé de la repression (W. Russell)	347
Moulin represseur, système Rousselot	347
Défibreurs (système Faure, syst. Bazé)	348
Macération de la bagasse	350
Procédé de F. H. Eijdman	351
Diffusion de la canne	352
Coupe-cannes (syst. Fives-Lille, syst. Perret)	353

B. — *Défécation du jus.*

Observations sur la défécation (E. Riffard)	353
Le réactif Ferratjes	354
La matière granuleuse dans le vesou (Icery, Eijdman)	354

C. — *Évaporation et cuite.*

Appareils d'évaporation de W. Frank Browne	355
Tuyaux récupérateurs de Pra et Lepeyre	357

D. — *Travail de la masse cuite.*

Observations sur le turbinage (E. Riffard)	357
Frais de travail en Guadeloupe (idem)	358
Procédé de la séparation pour les mélasses (Eijdman)	358

E. — *Le sucre de betterave comparé au sucre de canne.*

Moyens de distinguer le sucre de betterave de celui de canne	360
Différences dans la valeur pratique des deux sucres	360

Suppléments.

I. Le sucre de sorgho	361
II. La fabrication du maltos? (Cuisinier)	363
Rectification	364

DEUXIÈME PARTIE.

La culture de la betterave.

CHAPITRE I.

Instruments agricoles.

Charrues à vapeur, système Fowler	367
Charrue défonceuse, système Lenz	368
Herse à clavier, système Circhowski	369
Semoir nouveau, système Smyth et fils	369
Rasette, système Lipinsky	370
Arracheuse de mauvaises herbes, système Lenz	370
Éclaircisseuse-placeuse, système Olivier-Lecq	372
Arracheur de betteraves (de Beaurepaire, Olivier-Lecq)	373
Laveur du comte de Beaurepaire	374
Semoir-distributeur d'engrais, système Durieux	374
Appareils de culture de Fasan	374

CHAPITRE II.

Procédés de culture.

Observations de Dehérein	376
Culture en Allemagne (Schribaux)	376
Culture en Autriche (von Bertel)	377
Culture en Belgique (C. et M. le Docte)	378
Culture en billons (A. Hugot)	379

CHAPITRE III.

La graine de betterave.

Contrôle du pouvoir germinatif (Knauer, Digeon, Fouquier d'Hérouël, Nobbe, Sempotowsky)	384
Utilisation des vieilles graines (Simon Legrand)	387
Composition de la graine (Briem)	387
Production de betteraves riches (Walkhoff, Simon Legrand)	387
Essais sur la richesse des différentes graines (Märcker)	390
Méthode pour obtenir de bonnes graines (Gerland)	391
Essai des betteraves (Vibrans)	392
Préparation des graines (Rivière-Verninas)	393

CHAPITRE IV.

Fumure. — Engrais.

Le fumier de ferme (Knauer, Märcker, Fühling, Dehérein)	394
Nécessité d'enfour les engrais (Petermann)	395
Quantité d'engrais qu'il convient de donner (Märcker)	396
Les engrais azotés (Gruner, Le Docte, Campe, Rivière, Dehérein, Märcker, Leclerc)	397
Les engrais phosphoriques	400

Les gisements de phosphorites en Russie (Dolinski)	401
Le guano d'Aves (Heiden).	401
Les superphosphates (Holdefleiss, Farsky, Campe).	401
Les engrais potassiques (Campe, Kühn, Dietzel, Wagner).	403

CHAPITRE V.

Physiologie.

Essais biologiques sur la betterave (Girard, Corenwinder, Pagnoul, Leplay)	406
Richesse moyenne de la betterave (Marek).	409
Influence du temps sur le développement des betteraves (Kukla)	409
Les betteraves montées (Farsky).	410
L'effeuillage des betteraves (Dureau).	410
Influence de l'écartement des racines (Pellet).	411
Modification des betteraves dans les silos (Briem, Röhmer)	411
La végétation de la betterave porte-graines (Leplay)	411
La quantité de sucre dans les organes des diverses plantes (Keyser)	412
Accumulation du sucre à basse température (Müller-Thurgau)	412

CHAPITRE VI.

Insectes nuisibles.

Les nématodes (Kühn, Damseaux, Girard).	413
Insectes divers (Märcker, Polak, Kühn, Dupont, Knauer)	417

CHAPITRE VII.

Questions économiques.

Modifications entraînées par la culture des betteraves (v. d. Goltz).	420
Causes de la diminution dans la qualité des betteraves (Hodek, Zapotil, Kubin, Goller, Jarkovsky, Blaha)	422
Frais de culture à Hildesheim	423

CHAPITRE VIII.

Résidus de la fabrication.

Comparaison des pulpes provenant des presses et de la diffusion	425
Alimentation des vaches laitières avec les pulpes de diffusion (Andouard et Dézaunai, Strohmer).	427
Analyse des cossettes de diffusion fraîches et ensilées (Märcker, Pellet, Vivien)	428

Supplément.

Culture de la canne à sucre.	431
--------------------------------------	-----

TROISIÈME PARTIE.

Analyses physiques et chimiques.

CHAPITRE I.

L'analyse de la betterave.

<i>Introduction</i>	439
A. — La prise d'échantillon (Sachs, Renotte, Hellriegel)	440
B. — L'essai à l'aréomètre (Sachs, Le Docte, X..., Sidersky, Pellet, Petermann)	442
C. — La polarisation (Sachs, Sidersky).	447
D. — Le précipité plombique (Welz, Maumené, Scheibler, Pellet, Sachs, Raffy, Commerson, Sachs et Debarbieri)	456
E. — Quantité de jus contenue dans la betterave. Le coefficient d'extraction (Sachs, Sostmann, Kohlrausch, Wachtel, Stammer, Dupont et Delavierre).	458
F. — Le dosage direct du sucre dans la betterave (Scheibler, Sostmann, Stammer, Weickert, Kohlrausch, Degener, Hellriegel, Sachs, Pellet, Becker, Gawalovsky)	468
G. — Valeur des betteraves. Achat à l'analyse (Sachs, fabr. de Bohême, Korkhaus, Schmidt, Humbert, Bodenbender, Lippmann)	477
H. — Analyse des betteraves porte-graines (Olivier-Lecq, Dippe, R. R..., Lindeboom, Pellet)	481

CHAPITRE II.

Analyse des produits de la fabrication.

Contrôle chimique (Degener, Stammer, Lippmann, Bodenbender)	487
Densité du jus de diffusion (Restiau, Brunings, Sachs).	488
Analyse des mélasses (Wachtel, Marot, Stade, Zimmermann, Kreidl, Sidersky, Ziegler, Gawalovski)	488
Fermentation des mélasses (Billet, Liebermann).	492
Analyse des sucres (Méthode des 4/5)	493
Détermination des cendres dans le sucre (Schultz, Kohlrausch, Degener, Engelhardt, Bodenbender, Casamajor)	493
Titration des sucres (Hulla).	495
Analyse des écumes (Pellet, Sidersky).	496
Analyse des cossettes épuisées (Stammer)	498
Analyse des carbonates (Priou, Cottrait).	498
Gaz carbonique (Sidersky).	501
Analyse de la strontiane (Sidersky, Bogomoletz)	502
Alcalimétrie (Degener, Lunge, Gawalovsky)	502
Appareils de laboratoire (Morgenstern, Pirschl, Austen)	504

CHAPITRE III.

Polarimétrie. — Réfraction de la lumière.

Vérification du polarimètre (App. de Schmidt et Haensch)	507
Defauts dans l'observation au polarimètre (Kohlrausch)	508

Modifications de construction (Sebek, Laurent, Landolt)	509
Polarimètre Trannin	509
Méthode par inversion (Reichardt et Bittmann, Zulkowsky, Hellriegel)	511
Le dosage du sucre au moyen de la réfraction de la lumière (Strohmer)	513

CHAPITRE IV.

Dosage du sucre au moyen des liqueurs titrées.

Études de Soxhlet, Märcker, Allihn, Salomon, Meissl, Zulkowsky	517
Analyse des betteraves (Battut)	523
Recherches diverses (Urech, Habermann et Hönig, Löwe, Sonnerat, Pellet et Biard, Johnson, Haas, Tollens.	524

CHAPITRE V.

Études diverses.

La raffinose (Loiseau)	528
Découverte de divers corps dans les jus et mélasses (Schultze, Scheibler, Lippmann, Wachtel)	529
Recherches de Zinke et Emmerling-Loges.	530
Les cristaux de sucre de mélasses (Schaaf).	530
Action du couple de cuivre et de zinc sur les solutions de sucre (Gladstone-Tribe)	530

QUATRIÈME PARTIE.

L'État de l'industrie sucrière dans les différents pays.

CHAPITRE I.

Europe.

Consommation de sucre en Europe.	533
Production de sucre en Europe	534
1. France	535
2. Allemagne	544
3. Autriche	549
4. Russie	555
5. Belgique	563
6. Pays-Bas	566
7. Suède	567
8. Danemark	567
9. Angleterre	568
10. Italie	570
11. Espagne	575
12. Turquie	575
13. Roumanie.	576
14. Grèce	576

CHAPITRE II

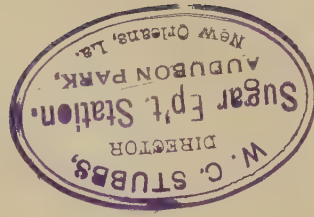
Pays exotiques.

Production de sucre dans les principaux pays coloniaux	577
1. États-Unis	579
2. Mexique	582
3. Colonies françaises	582
4. Cuba	583
5. Porto-Rico	585
6. Ile de la Trinité	585
7. Demerara	585
8. Barbados	585
9. Suriname	585
10. Brésil	585
11. République Argentine	586
12. Uruguay	586
13. Java	586
14. Indes orientales	589
15. Australie (Colonies anglaises)	589
16. Iles Sandwich	590
17. Egypte	591
18. Maurice	598
19. Canada	592

SUPPLÉMENT.

Célébrités de l'industrie sucrière.

Marggraf	595
Achard	596
Dubrunfant	597
Rillieux	598
Champonnois	599
Walkhoff	600
Scheibler	602
Stammer	603
Jelinek	604
Steffen	605



PREMIÈRE PARTIE

LA FABRICATION DU SUCRE



CHAPITRE I

TRANSPORT ET LAVAGE DES BETTERAVES

A. TRANSPORTEURS HYDRAULIQUES

Depuis quelques années, on se sert fréquemment de transporteurs hydrauliques (dont l'idée première revient à **Riedinger**, à Buk, en Autriche), pour transporter les betteraves du magasin à betteraves ou des silos jusqu'au lavoir ou bien jusqu'à l'élévateur qui doit les y amener. Ce sont de simples rigoles, ayant une pente d'environ 5 millimètres par mètre et constamment remplies d'eau jusqu'à une hauteur de 10 à 12 centimètres.

On utilise pour cet usage généralement l'eau des condenseurs des appareils d'évaporation et de cuite, sauf le cas assez rare où l'on a à sa disposition de l'eau fraîche en excédent. Les transporteurs hydrauliques ont été reconnus partout comme une innovation très heureuse et remplaçant avantageusement les transporteurs mécaniques en caoutchouc, fer, etc.

Les betteraves sont, en outre, soumises dans ces rigoles à un lavage préalable, qui peut être rendu plus complet par des procédés particuliers (dont nous parlerons à l'instant), de façon à alléger le travail des laveurs.

D'autres dispositions ont pour but d'éviter l'inconvénient qu'il y aurait d'amener vers l'élévateur ou les lavoirs l'eau qui a servi à transporter et à nettoyer les betteraves, cette eau étant chargée de boue souvent savonneuse et qui est parfois d'une chaleur assez élevée pour endommager les élévateurs.

Pour rendre le système plus pratique, on a réuni les transporteurs hydrauliques partant de divers côtés en un seul conduit arrivant devant le lavoir ou élévateur.

Ainsi **O. Knauer** (*), à Mattierzoll s'est fait breveter pour un appareil de ce genre, dont nous donnons le dessin ci-contre (fig. 1 en coupe et fig. 2 en plan).

Trois transporteurs hydrauliques *A B C* aboutissent à un cylindre en tôle *D* encastré dans une couronne en fonte *F*, qui est renforcée à l'intérieur par quatre fortes nervures, réunies au centre en formant la crapaudine *G* par un arbre vertical *H*.

Des tiges en fer courbées de formes annulaires reposent dans des rainures disposées dans ces nervures, de manière à former une sorte de grille. (On peut

(*) O. XX, p. 403.

aussi remplacer cette grille par une simple tôle perforée). L'arbre vertical *H* porte une croix, composée de trois ou quatre bras qui touchent presque l'enveloppe cylindrique *D* et qui portent une ou plusieurs brosses en piassava ou en fil d'acier. Une disposition spéciale permet d'abaisser un peu les brosses en cas d'usure. Les betteraves qui arrivent par le transporteur dans le cylindre *D* sont soumises à l'action de ces brosses et sont entraînées vers l'ouverture *N*, pratiquée dans la grille, d'où elles retombent par une trémie sur l'élévateur *E*.

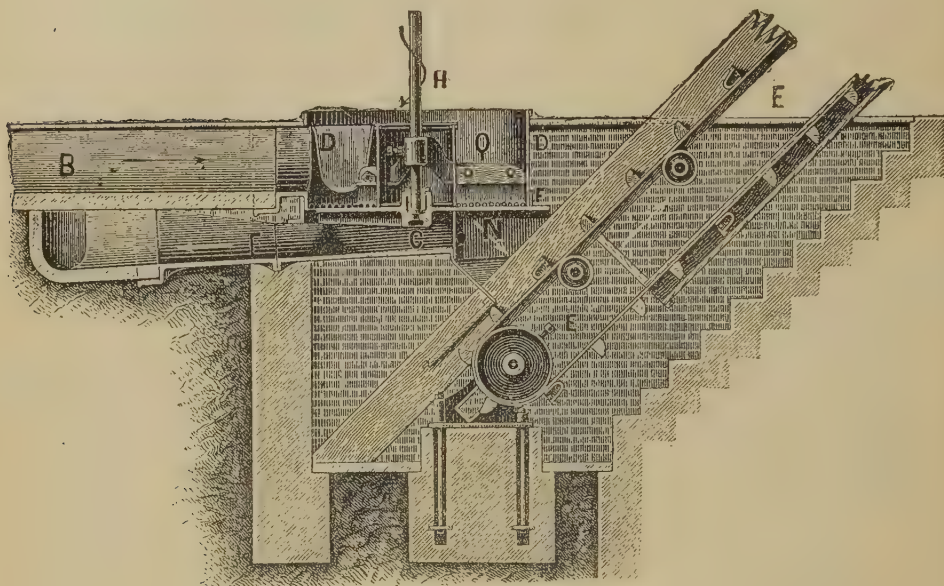


Fig. 1.

La boue et l'eau tombent à travers la grille, composée de barreaux en fer arrondis. La crapaudine *G* est protégée contre la boue par une calotte (non indiquée sur le dessin).

L'introduction pratique du laveur de Knauer a été faite par F. Rassmus (Magdebourg).

Un autre appareil de ce genre a été inventé par **F. Rassmus** (*) même (voir fig. 3 la coupe et fig. 4 le plan), mais a été breveté sur le nom de *C. Kessler* (Berlin). Les betteraves tombent des transporteurs hydrauliques *A* sur la grille *B*, qui est formée de barreaux en fer arrondis et courbés du côté de la vidange. Entre eux ils ont des interstices suffisamment larges pour permettre un écoulement facile de l'eau. Au-dessus de la grille se trouve un arbre horizontal *C*, qui porte deux moyeux munis de bras *a* reliés à leur tour par les palettes *s*. Les palettes peuvent être pleines ou perforées, droites ou repliées pour faciliter la vidange, et, de plus, elles peuvent être munies de brosses

(*) Voir N. Z. XI, p. 2.

destinées à nettoyer continuellement les ouvertures de la grille. La grille est un peu surélevée du côté de la vidange, ce qui permet de placer un peu plus haut le bassin qui reçoit la boue et de même le transporteur et le lavoir.

Dans le but de pouvoir disposer encore plus haut l'élévateur à betteraves qui est placé à la suite du transporteur hydraulique, *F. Rassmus* (*) a imaginé

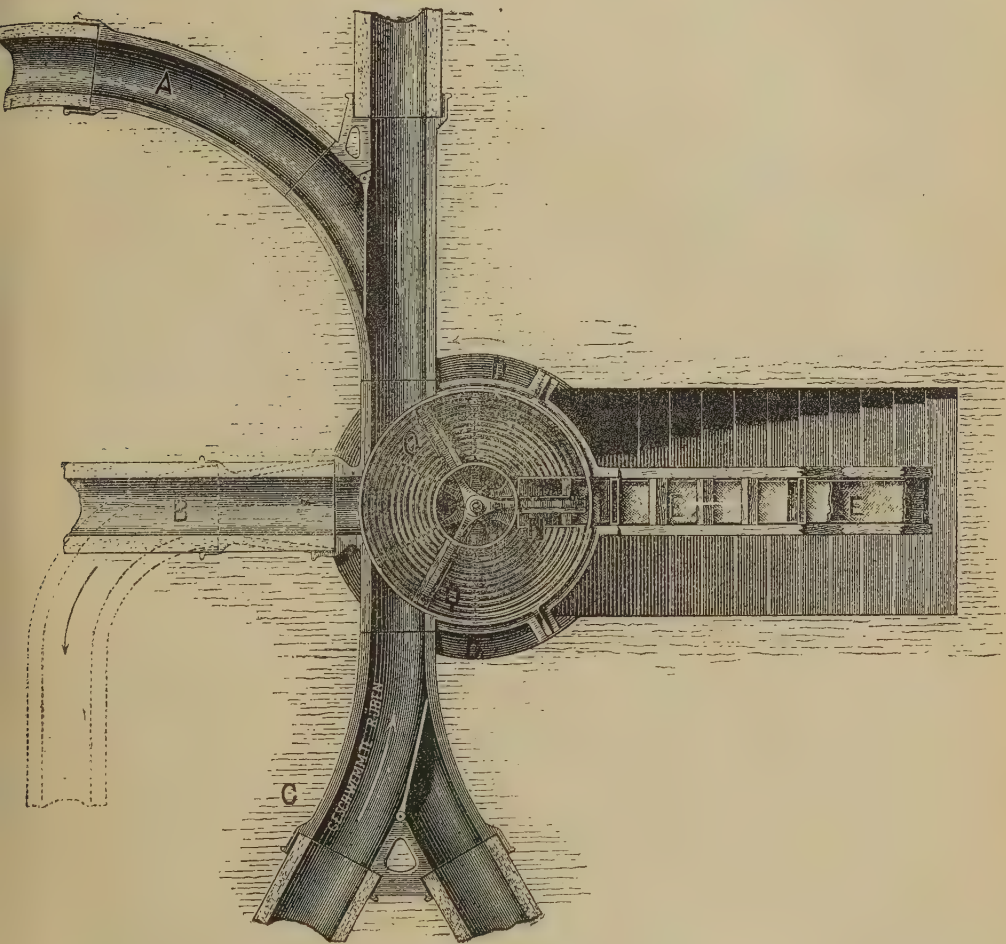


Fig. 2.

un autre appareil, dans lequel il a intercalé entre les transporteurs *AA* et l'élévateur une roue à godets *B*, qui tourne dans un bassin collecteur *f* qui se trouve placé à la suite du transporteur. Nous donnons ci-après une coupe longitudinale de la roue (fig. 5), une coupe verticale (fig. 6) et un plan du bassin *f* (fig. 7).

(*) N. Z. XI, p. 213.

Les palettes *d* de la roue, qui sont en tôle perforée, portent à la partie où elles touchent la jante centrale, des pièces *e* également en tôle perforée, qui ont pour but d'empêcher les betteraves qui sortent de retomber dans le godet suivant et qui permettent en même temps à l'eau de s'écouler librement.

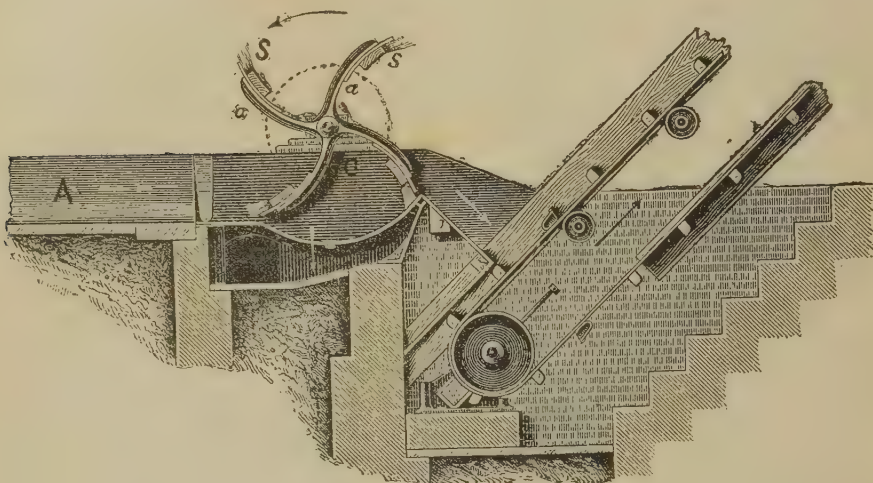


Fig. 3.

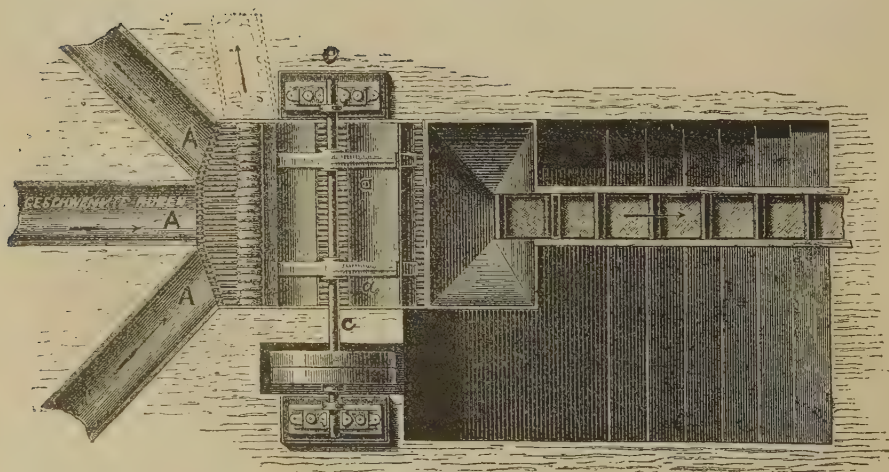


Fig. 4.

Pour atteindre ce dernier but, la jante est également perforée sur toute sa périphérie.

Les betteraves qui ont été élevées par la roue à godets tombent par une planche inclinée *h* sur le transporteur *t*. L'un des côtés du bassin *f* est perforé

en *g*, pour permettre la sortie des boues et de l'eau par le canal de vidange *D*.

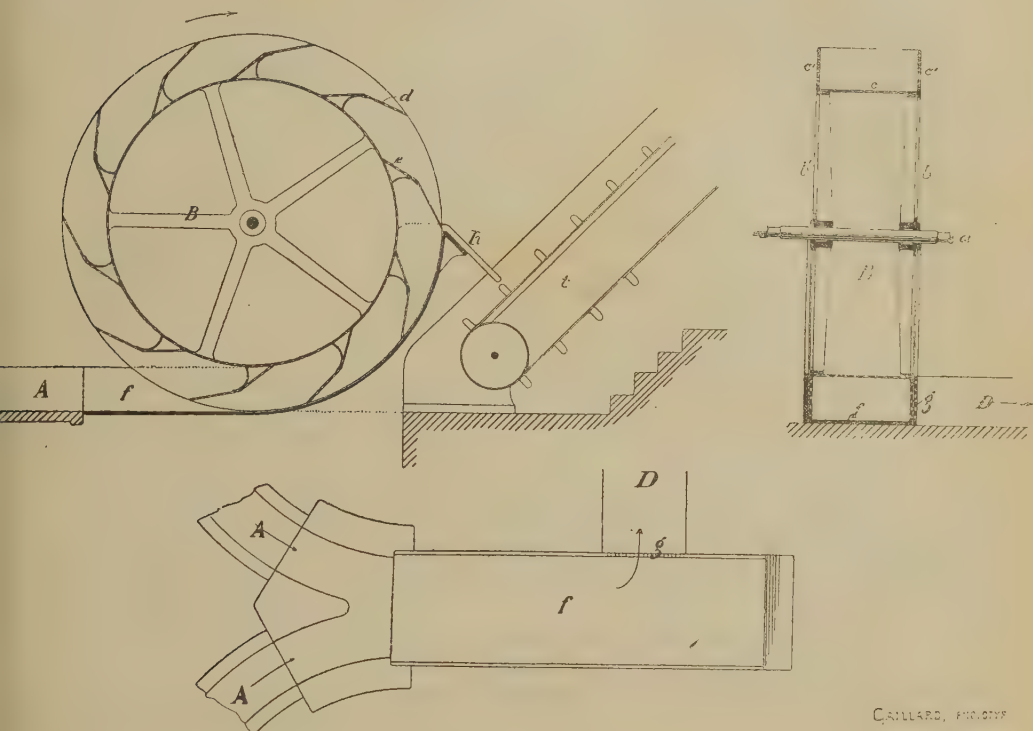


Fig. 5, 6 et 7.

Wilb. Huch, à *Schöningen (Braunschweig)* (*), soumet les betteraves à un lavage préalable au moyen d'un cylindre tournant muni intérieurement de brosses (fig. 8 et 9).

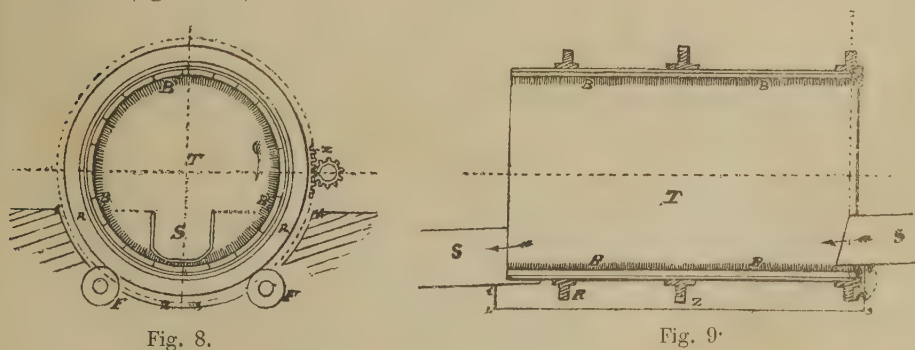


Fig. 8.

Fig. 9.

Le transporteur hydraulique est élargi à un endroit convenable entre *S* et *S'* de manière à former une cavité en forme de demi-cercle ou de segment 1 2

(*) N. Z. XI, p. 135.

34. Un tambour T tourne dans cette cavité au moyen de l'engrenage Z sur les galets F et F'. A l'intérieur du tambour T se trouvent vissées dans toute sa longueur des brosses rigides B offrant une grande résistance et placées au même niveau que le fond de la rigole S', mais plus élevées que le fond de la rigole S.

Quand le tambour T est mis en mouvement, les betteraves et l'eau entrent en même temps par la rigole S' dans le cylindre à brosses T.

Le frottement continu des betteraves entre les brosses les débarrasse de leur terre aussi complètement que possible.

Un autre système du même genre a été proposé par **A. W. Mackensen** (*) (à *Schöningen*) (fig. 10 et 11).

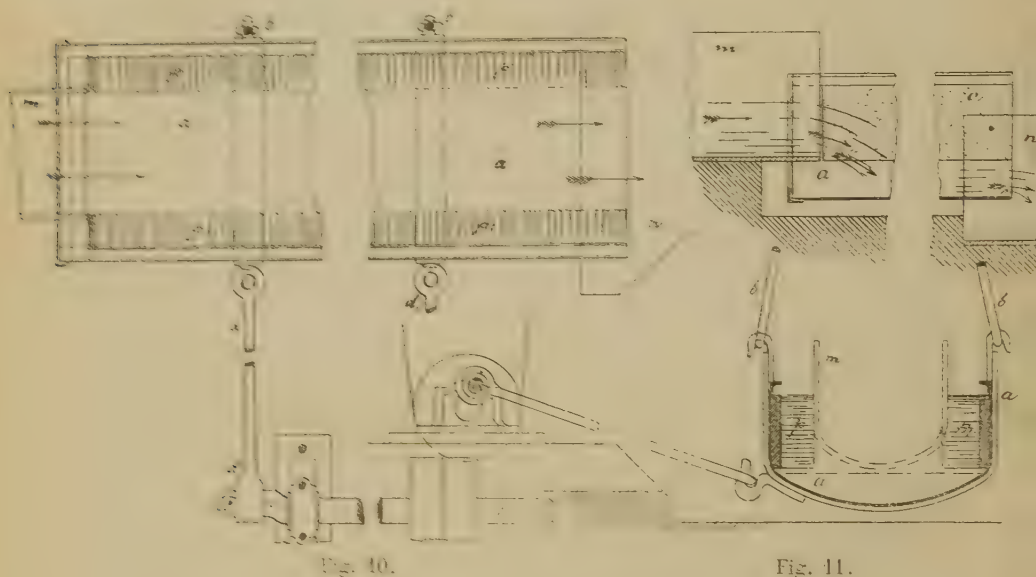


Fig. 10.

Fig. 11.

Il dispose au bout du transporteur hydraulique une rigole *a*, ayant la même forme que les autres rigoles *m* et comme celles-ci une pente légère. Cette rigole n'est pas fixe : elle est suspendue au moyen de quatre chaînes en fer *ll*, terminées par des crochets. Son niveau est inférieur à celui de la rigole qui la précède et plus élevé que le niveau de la rigole qui la suit, de manière à rendre plus facile la circulation des betteraves.

La rigole est garnie des deux côtés jusqu'au-dessous du niveau de l'eau de brosses *pp* formées de ramilles, de tissu de piassava, de fils de fer ou d'acier, de soie de porc ou de toute autre manière convenable : elle est soumise à un mouvement rapide de va-et-vient au moyen des bielles *d d'* et des manivelles *c*, de sorte que les betteraves sont vivement projetées de côté et d'autre. Le nettoyage se fait ainsi d'une façon simple et économique.

* Voir N. Z. XI, p. 141.

Aux transporteurs hydrauliques, on reproche surtout les dimensions excessives des bassins nécessaires pour recueillir les boues. Ainsi on compte que ces bassins doivent avoir, pour un travail de 15 à 20 millions de kilogrammes de betteraves, un volume de 4,000 à 5,000 mètres cubes ou en admettant que leur profondeur soit de 1^m30, la surface en serait de 3,000 à 4,000 mètres carrés (d'après Ebeling, à Mattierzoll).

F. Rassmuss (*) (*Magdebourg*) préfère, au contraire, des bassins nombreux, mais plus petits, savoir 4 à 6 petits bassins d'environ 16 mètres carrés de surface et de 40 à 50 centimètres de profondeur, et derrière ceux-ci 2 bassins de 60, puis 2 de 80 et enfin 2 de 100 centimètres de profondeur. En nettoyant fréquemment les premiers de ces bassins, on empêche toutes les fermentations.

Le Dr **Bodenbender** est également opposé aux grands bassins, et il appelle de plus l'attention sur le danger qu'il y aurait en laissant s'y accumuler des feuilles et des radicelles de betteraves. Il se formerait alors de l'acide lactique et puis de l'acide butyrique, dont l'odeur nauséabonde n'a pu être écartée jusqu'ici. Il faudrait donc laisser arriver dans les bassins la terre seule et même il faudrait éviter le contact direct de l'eau avec cette terre pendant plus de douze heures.

Le Dr **Eisfeld et Ebeling** reprochent encore à l'appareil de Knauer de broyer parfois les betteraves et d'endommager la courroie de transmission.

Nous donnons ci-contre encore quelques détails pour mieux faire comprendre l'installation des transporteurs hydrauliques.

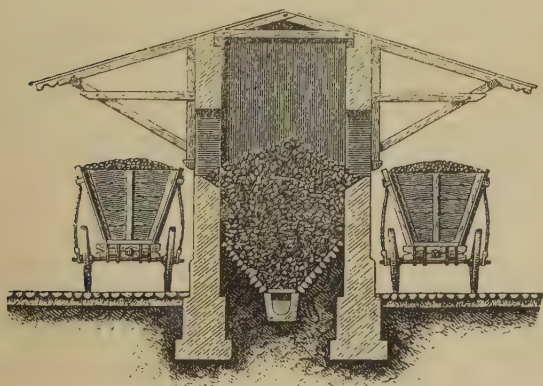


Fig. 12.

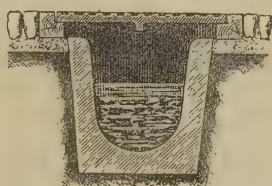


Fig. 13.



Fig. 14.

La figure 12 représente un petit magasin spécial assez éloigné de la fabrique et destiné à recueillir les betteraves avant de les transmettre au transporteur.

La figure 13 représente un transporteur en maçonnerie cimentée couvert de plaques en fonte ou en tôle (fig. 14).

(*) Z. 33, p. 965.

La figure 15 représente un transporteur en fonte, et la figure 16, sa construction à l'endroit où deux transporteurs se réunissent en un seul.

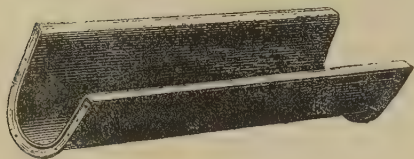


Fig. 15.

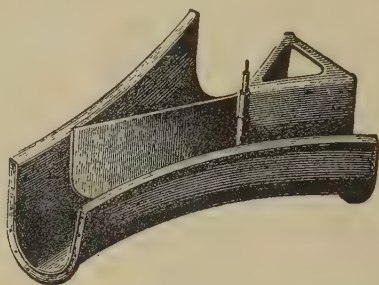


Fig. 16.

La figure 17 représente un élévateur à godets destiné à élever l'eau qui a déjà servi au transport des betteraves.

Gardrat (*), directeur de la sucrerie de Châtillon-sur-Seine (France), signale les résultats obtenus dans cette usine avec le transporteur hydraulique.

Les eaux du triple effet, de la cuite et le trop-plein de la pompe à eau donnent un courant régulier qui suffit à tout le travail. Quatre hommes suffisent pour alimenter l'usine de 200,000 kilos de betteraves. On peut déverser à la fois plusieurs brouettes dans le canal sans inconvénient et même un tombereau entier. Le courant dissipe tout de suite les tas formés.

Goupé et C^{ie} (**), qui ont appliqué le transporteur à leur usine de Pont-de-Ferin (Nord, France), emploient exclusivement les eaux de condensation du triple effet pour alimenter l'appareil sur une longueur de 80 mètres.

En général, la section du caniveau dans lequel circule l'eau pour transporter les betteraves est de 0^m35 sur 0^m35 ; la longueur est indéfinie. La pente varie de 5 à 10 millimètres. Il faut en moyenne 1,500 litres d'eau par minute. On peut aussi se servir toujours de la même eau clarifiée par une légère addition d'eau de chaux à son passage dans un ou deux bassins de décantation. L'eau en circulation est alors de 4,000 à 10,000 mètres cubes. Un peut sans inconvénient faire des coudes de 1^m50 de rayon. Un seul caniveau suffit au transport de 600,000 kilos de betteraves.

Chez **Nerinx**, à Hal (Belgique), le transporteur est installé avec une chute de 1^m80 de haut pour compenser une trop forte différence de niveau due à l'inclinaison du terrain.

Chez **Van Volxem et C^{ie}**, à Hal, le transporteur est installé sous les silos et sur toute leur longueur, et trois femmes alimentent l'usine de 160,000 kilos de betteraves par vingt-quatre heures.

Koerting frères (**) ont appliqué un pulsomètre à action directe au trans-

(*) S. I. 22, n° 18.

(**) S. I. 22, n° 15.

(**) I. d. F. S., 24, n° 15.

porteur hydraulique à betteraves de la sucrerie d'Equord (Hanovre, Allemagne). D'après l'installation du transporteur, l'eau doit parcourir un cycle continu. Elle coule du magasin à betteraves à l'élévateur par une pente naturelle, puis vient se clarifier dans un grand bassin et de là arrive par un canal souterrain dans un puits où le pulsomètre la puise et la refoule à une hauteur de 10 mètres. De là, elle redescend dans les canaux du transporteur hydraulique, qui traverse le magasin à betteraves, et ainsi de suite.

Le pulsomètre fonctionne régulièrement et donne un courant d'eau continu, ce qui est essentiel.

Tolpygine (*) (Kieff, Russie) n'est pas grand partisan des transporteurs hydrauliques. Il pense que l'eau de transport pourrait enlever une partie du sucre de la betterave, comme cela a lieu dans la diffusion des cossettes.

(Nous croyons que Tolpygine a tort, car la diffusion des betteraves entières ne pourrait se faire aussi facilement que celle des cossettes. Le transport se faisant d'ordinaire rapidement, la perte en sucre sera certainement tout à fait insignifiante, surtout quand l'eau n'est pas trop chaude. F. S.)

Tolpygine ajoute encore que le principe des transporteurs hydrauliques étant connu depuis longtemps, il est incom-

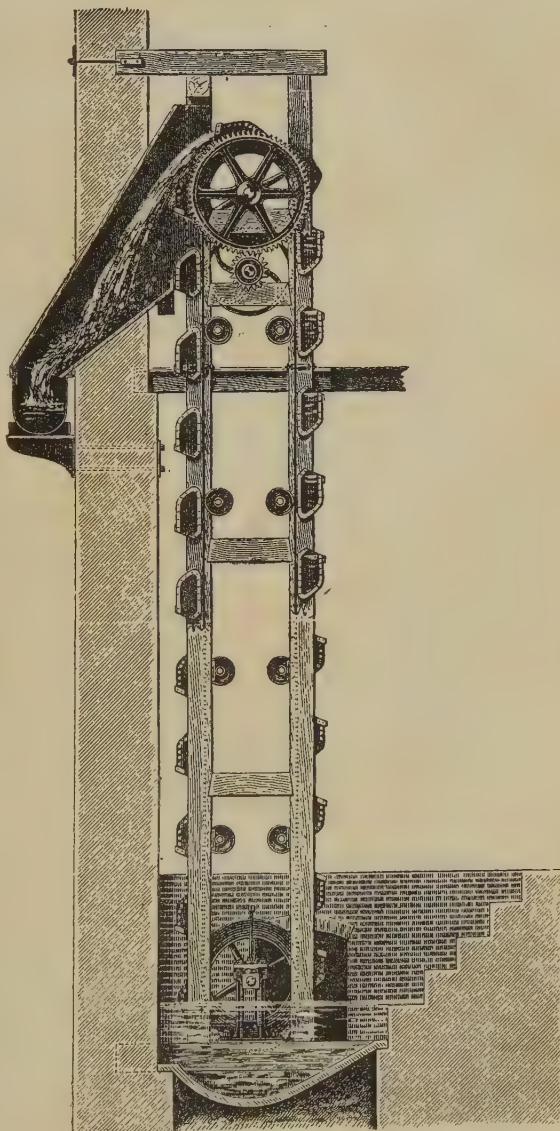


Fig. 17.

(*) Sapiski de Kieff XIII, p. 207.

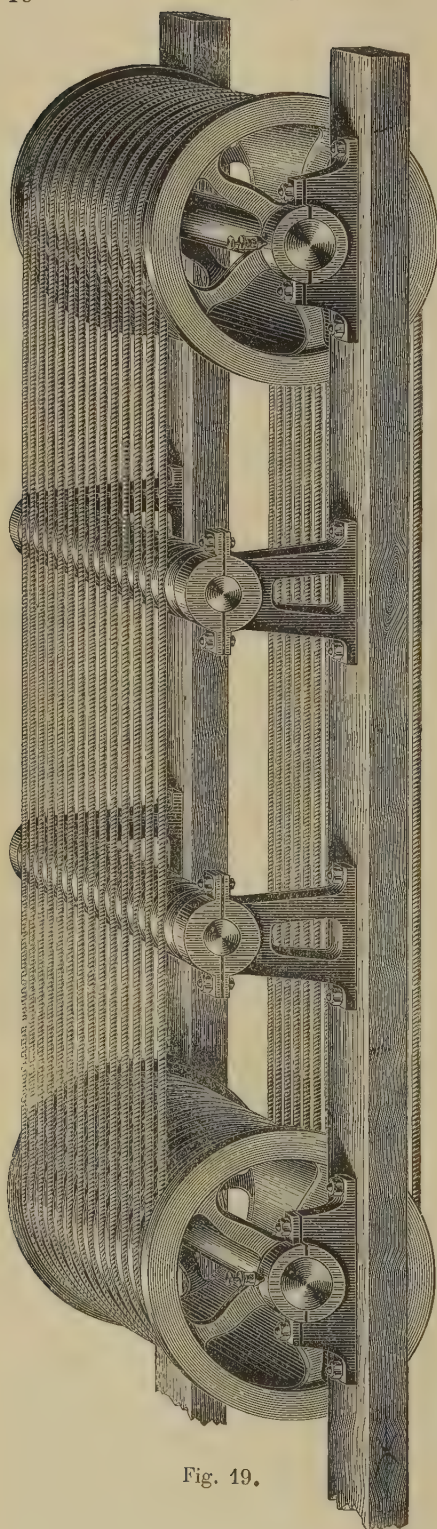


Fig. 19.

préhensible qu'on puisse accorder des brevets pour des appareils de ce genre (!).

B. TRANSPORTEURS ET ÉLÉVATEURS MÉCANIQUES.

F. Dippe (*Schluden*) a inventé un nouveau transporteur de betteraves, qui consiste en deux tambours dont le pourtour présente des rainures, dans lesquelles s'engagent un certain nombre de



Fig. 18.

cordes en caoutchouc. A certaines distances, ces cordes sont guidées en outre par quelques rou-

leaux cannelés, ayant la même vitesse de rotation que les grands tambours. Elles sont reliées d'une manière invariable à ceux-ci (fig. 18).

G. Pickhardt (*Hagen*) construit des transporteurs dont les cordes sont en acier (fig. 13) et disposées en spirales sur un noyau en acier, en laissant entre elles des distances de 15 à 20 millimètres, de sorte que des petites pierres, etc., peuvent tomber à travers cette espèce de grille (fig. 19).

Rappelons à cette occasion encore les élévateurs en acier de **Louis Tournay** (chez M. G. Le Docte, à Gembloux, Belgique), qui se sont montrés excellents en pratique et dont un grand nombre fonctionne dans les usines belges et hollandaises.

Nous trouvons aussi une modification des godets fixés aux élévateurs à betteraves.

(*) N. Z. XI, p. 197.

On perce généralement à leur partie inférieure un certain nombre d'ouvertures qui servent à l'écoulement des eaux. Mais le but n'est atteint que fort incomplètement, car l'eau tombe alors partiellement dans le godet qui suit, et ainsi de suite. Pour obvier à cet inconvénient, le **D^r W. Bartz** (*) (*Hamersleben*) dispose une mince tôle *aa* dans toute la longueur du godet, de façon à forcer l'eau de s'écouler vers l'élevateur et l'empêcher de tomber dans le godet suivant. Pour plus de sûreté, il a placé encore une autre tôle semblable *bb* à la partie supérieure des godets. Nous donnons ci-après un petit dessin de ce godet modifié (fig. 20), en observant seulement que les dimensions indiquées ne constituent rien d'essentiel.

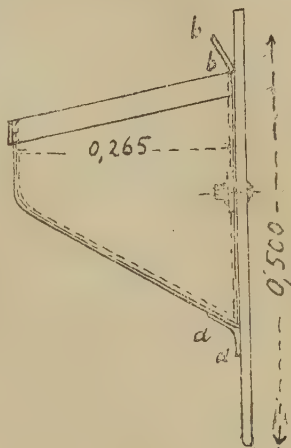


Fig. 20.

APPAREIL POUR CHARGER LES BETTERAVES.

W. Siedersleben (**) (*Bernburg*) a construit un appareil pour charger les betteraves, les pommes de terre, etc. (fig. 21) et pour en séparer la terre. L'appareil est placé sur un escabeau fixé sur la voiture *bb*. Il est composé d'une chaîne sans fin qui s'enroule autour des poulies *nn* au moyen de la manivelle *p* et de la chaîne *q*. Les betteraves sont emportées par les pièces *t*. La monture de l'appareil *lk* peut tourner en tous sens autour de l'escabeau *f* et peut aussi prendre l'inclinaison désirée.

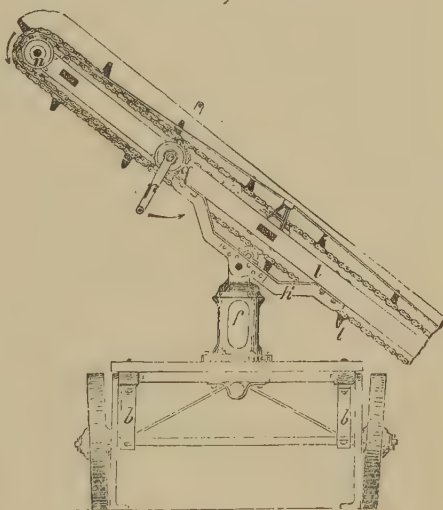


Fig. 21.

C. LAVEURS.

Une des principales améliorations proposées aux laveurs à betteraves est l'emploi des brosses destinées à nettoyer les betteraves complètement et à enlever les parties noires pourries qui se trouvent fréquemment sur leur épiderme et qui donnent si souvent aux jus une coloration foncée.

(*) Jahr. St. XXII, p. 114.

(**) B. Z. VII, p. 323.

Le plus simple de ces systèmes est celui de **Zinkeisen** (*) (à *Thüringswerder*) (fig. 22-24).

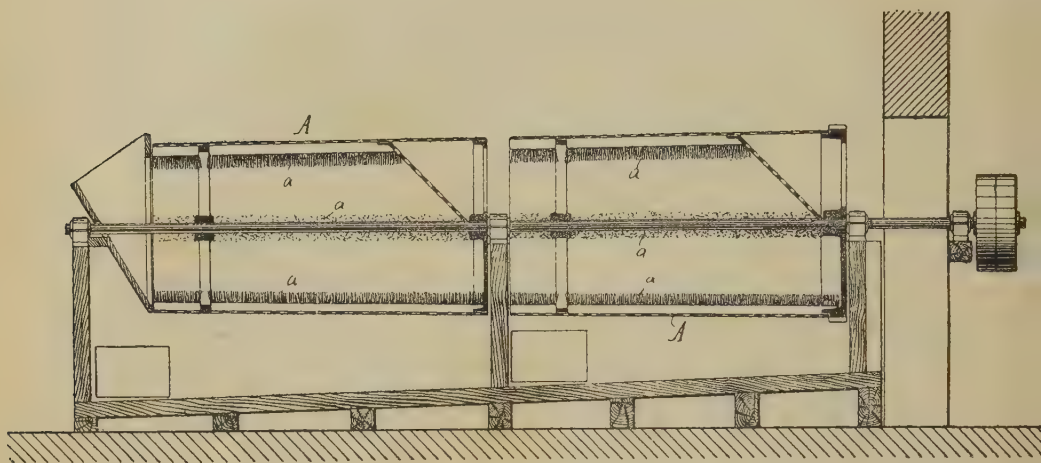


Fig. 22.

L'inventeur dispose tout simplement un certain nombre (par exemple 4) de brosses sur toute la longueur du lavoir, soit en les vissant sur la surface intérieure du tambour tournant *A* d'un laveur métallique (*a*), soit en les disposant librement sur quatre axes à l'intérieur d'un laveur de ce genre (*b*). Les brosses sont en fils d'acier, en soie de porc ou en n'importe quelle autre matière appropriée.



Fig. 23.



Fig. 24.

Gebr. Bühmer (**) (à *Neustadt, Magdebourg*) proposent, de leur côté, afin d'atteindre le même but dans les laveurs à hélice, de munir leurs bras de brosses de même genre. Les bras se placent, comme cela se fait toujours, avec une certaine inclinaison vers l'axe (fig. 25 et 26).

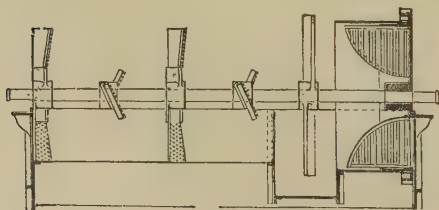


Fig. 25.

Les laveurs ordinaires se composent d'un seul compartiment. Ils présentent donc le grand inconvénient que pendant qu'une partie des betteraves séjourne longtemps dans l'appareil, une autre partie le traverse rapidement en flottant et sans

(*) Voir N. Z. XI, p. 16.

(**) Voir N. Z. X, p. 216.

avoir été soumise à un lavage énergique. Cet inconvénient existe surtout pour les lavoirs à hélice. Alors que dans les lavoirs à tambour les betteraves sont constamment soulevées, pour retomber après, mouvement favorable au lavage, rien de pareil n'a lieu dans les lavoirs à hélice. De plus, le lavage n'est pas méthodique parce que les betteraves ne rencontrent pas, à mesure qu'elles avancent, de l'eau de plus en plus propre, car les boues s'accumulant au fond, sont constamment remuées et viennent contaminer l'eau de lavage.

R. Berggreen (*) (*Roitzsch*) a construit un lavoir qui obvie à tous ces inconvénients (fig. 27).

Le lavoir est divisé en plusieurs compartiments (par exemple 4). Les betteraves tombent par *a* dans le premier compartiment; elles sont poussées en avant par les bras *b*, puis sont soulevées par le panier *d* fixé au disque tournant *c*, qui les rejette dans le deuxième compartiment. Le même jeu se répète dans le deuxième et dans les compartiments suivants. Devant les bras *b* se trouve une cloison *f* qui plonge un peu dans l'eau et dont le but est d'empêcher que les betteraves soient lancées directement du panier *d* dans le panier suivant, sans subir l'action du bras intermédiaire *b*. L'appareil présente une disposition permettant à l'eau de lavage de passer successivement par tous les compartiments, ou seulement par quelques-uns d'entre eux. Les boues qui s'accumulent au fond de chaque compartiment sont enlevées par des ouvertures situées à la partie inférieure du lavoir. On peut aussi disposer un faux fond perforé par lequel les boues tombent dans un compartiment inférieur, d'où elles sont enlevées à mesure qu'elles s'y accumulent.

A. Conreur et N. Crombez, à *Raismes* (Nord, France), construisent un nouveau laveur à betteraves, système D'Hennezel, qui paraît bien disposé.

L'appareil peut être construit en tôle ou en maçonnerie et placé au niveau du sol en présentant une légère pente vers l'extrémité où se trouvent la vanne d'évacuation des eaux de lavage et la trémie d'admission des betteraves.

Le laveur n'a pas de double fond. La vanne d'évacuation est couverte d'une tôle perforée, laissant passer les boues, détritits, etc., mais arrêtant les queues de betteraves.

Un arbre horizontal reçoit les manchons d'entraînement qui portent les bras du laveur.

(*) N. Z. XII, p. 8.

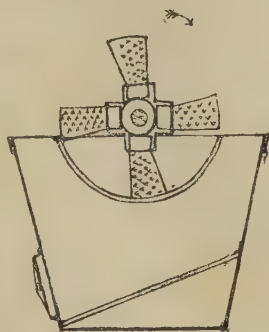


Fig. 26.

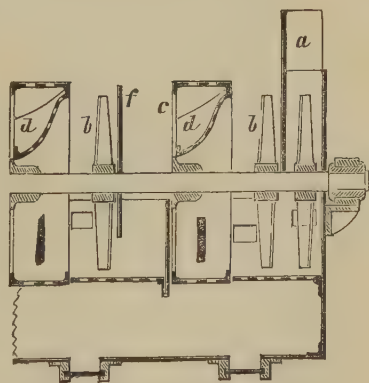


Fig. 27.

Le manchon d'entraînement est une sorte de bague en fonte, élevée au diamètre de l'arbre qu'elle doit emboîter et terminée à ses extrémités par des dents d'une forme appropriée.

Un de ces manchons étant calé sur l'arbre, on enfle à sa suite une série de manchons qui s'engrènent par leurs dents et sont maintenus serrés dans cette position par un dernier manchon portant une vis de pression. Le tout ne forme aussi qu'un seul tube très résistant aux efforts de torsion.

Par le desserrage de la vis de pression, les manchons peuvent être retirés de l'arbre, écartés les uns des autres ou évoluer autour de leur axe. Un nouveau serrage de la vis les maintient dans la position qui leur a été donnée.

Un bras brisé peut donc se remplacer très rapidement.

Les manchons portent les uns des bras simples placés suivant une hélice plus ou moins allongée, les autres des bras doubles disposés en épierreurs. L'arbre mis en mouvement propulse les betteraves à l'encontre du courant d'eau.

L'armature des bras consiste en surfaces métalliques, cannelées, striées ou en brosses, dont le frottement sur les racines contribue énergiquement au bon nettoyage.

Pour l'évacuation des eaux sales, le laveur est muni d'une roue à augets, placés plus ou moins près de l'orifice de sortie de ces eaux, commandée par l'arbre du laveur, et qui élève les liquides boueux chargés de détritres à une hauteur suffisante pour que leur écoulement soit alors facile.

Une trémie latérale permet aussi l'introduction des betteraves d'une certaine distance. En résumé :

Le laveur D'Hennezel peut toujours se placer au niveau du sol, supprimant ainsi l'élévation de la terre adhérente aux racines avant le lavage ; la disposition des bras permet un changement ou remplacement très rapide ; la suppression du double fond perforé évite la perte des petites racines et queues de betteraves, qui sont alors entraînées à l'usine.

F. W. Hering s'était fait breveter, il y a déjà quelque temps, pour un tambour à axe vertical muni d'un bras tournant, destiné au nettoyage des pommes de terre, des betteraves, etc.

Il a cru utile de faire suivre cet appareil d'un laveur à brosses, et il a pris à ce sujet quatre nouveaux brevets pour des laveurs différents quant à la forme, mais basés tous sur l'emploi des brosses.

Dans la première disposition (*), les betteraves tombent du tambour dont nous venons de parler suivant un petit plan incliné sur un transporteur incliné également. Elles sont obligées de passer sous une série de brosses disposées parallèlement et un peu au-dessus du transporteur. Le transporteur est en acier, en chaînes de fer ou en cordes.

Dans la deuxième disposition (**), les betteraves arrivent au moyen d'une roue distributive et de plusieurs bras battants successivement sur plusieurs cylindres, qui sont placés transversalement et qui sont munis de brosses sur toute leur périphérie extérieure.

Dans la troisième disposition (**), la roue distributive amène les betteraves

(*) Voir N. Z. X, p. 135.

(**) N. Z. X, p. 245.

sur un transporteur incliné couvert entièrement de brosses. Au-dessus du premier se trouve un deuxième transporteur, dont le but est de faire passer les betteraves tout le long du transporteur à brosses.

Enfin dans la quatrième disposition (*), les betteraves tombent sur des cylindres garnis de brosses dans le sens de la longueur de ceux-ci. Les cylindres voisins ont un mouvement en sens inverse l'un de l'autre, ou vont en même sens avec des vitesses inégales.

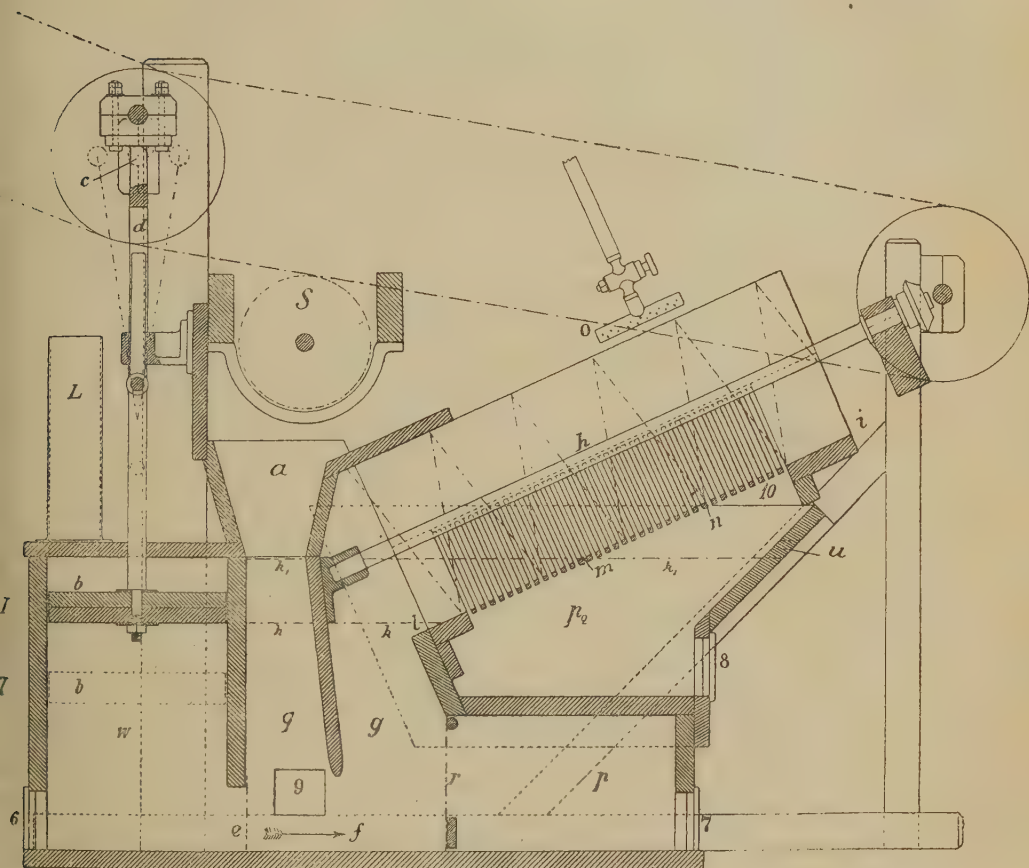


Fig. 28.

Un appareil assez compliqué et destiné, paraît-il, plutôt au lavage des pommes de terre qu'à celui des betteraves, a été proposé par **J. Heyn** (**), à Stettin (fig. 28 et 29).

L'appareil est formé d'une caisse divisée en trois parties, pouvant communiquer entre elles par des registres chargés à leur partie inférieure de poids qui servent à les maintenir en place. Dans le premier compartiment *w*, qui est

(*) N. Z. X, p. 246.

(**) Voir N. Z. XI, p. 2.

cylindrique, se meut un piston *b*, qui refoule l'eau vers le compartiment central. Celui-ci porte d'un côté une trémie *a* vers laquelle les racines sont amenées par une hélice *s*, et communique de l'autre côté à sa partie supérieure avec une hélice inclinée *n*, qui entraîne les racines. Celles-ci sont soulevées par l'eau à une certaine hauteur *i* et tombent de là sur un élévateur, etc. Le troisième compartiment de la caisse *p* est destiné à recueillir les pierres provenant du deuxième compartiment. Ce passage se fait par le registre intermédiaire ouvert par le poids des pierres ajouté à la pression de l'eau. L'eau arrive par une pomme d'arrosoir sur l'hélice *h* assez près de la sortie des racines. La figure 28 montre le laveur de Heyn dans tous ses détails. La figure 29 est une coupe de l'hélice *S*. On y voit la grille 3 3, par laquelle l'eau que les betteraves amènent peut s'égoutter.

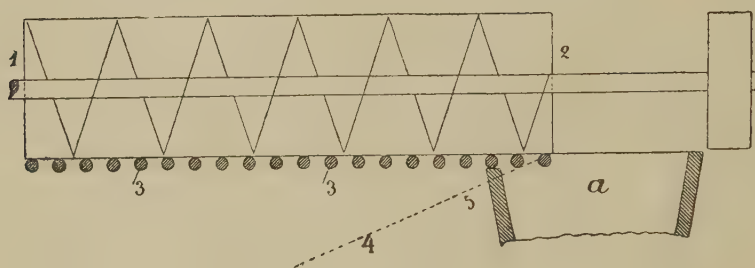


Fig. 29.

Dans une réunion des fabricants de sucre de Halle, **M. Randbahn** (*) (*de Waldau, près de Osterfeld*) a mentionné encore un système de laveur formé d'un arbre tournant muni de bras, sur lesquels se trouvent fixés des tamis recourbés en arcs de cercle. Le laveur est très long et se trouve placé dans un canal de 1 mètre de largeur et de 10 à 15 mètres de longueur, divisé horizontalement en deux parties par une grille en fer, dont les barres se trouvent placées parallèlement à l'axe du canal. Au travers du canal se trouvent placés des arbres tournants distants de 0^m50, portant des doigts en fer qui peuvent passer par la grille et destinés à faire avancer les betteraves. Le nettoyage est complété par un cylindre à brosses.

Nous nous abstenons de donner tous les détails de ce système, vu que sa construction mécanique n'était pas encore suffisamment perfectionnée (d'après le rapporteur).

Le laveur de **Hahn** (**) est à tambour, sur l'axe duquel sont fixés 2 ou 3 disques (*a* et *b*) en bois ou métal, dont la partie centrale est découpée suivant un cercle, et qui sont fixés extérieurement d'une manière quelconque à la périphérie du tambour. Les betteraves sont arrêtées partiellement par ces

(*) Z. 33, p. 252.

(**) Jahr. St. XXII, p. 107.

disques et subissent par leur contact un frottement énergique, de manière à être nettoyées presque parfaitement.

Le mouvement des betteraves est favorisé par la forme conique du tambour (fig. 30 et 31). Le laveur de Hahn est déjà fort répandu, surtout en Allemagne.

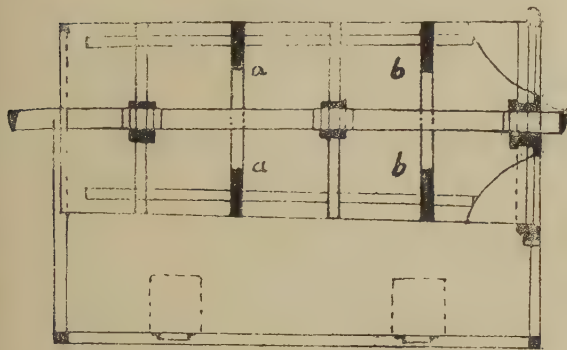


Fig. 30.

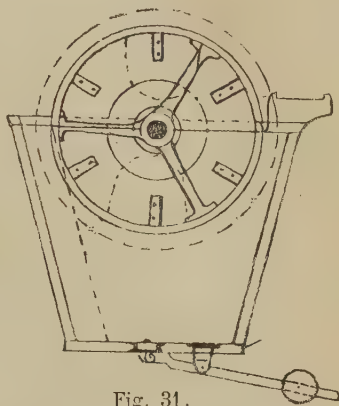


Fig. 31.

Mentionnons enfin la disposition de **Leinhaas et Hülsenberg** (*) (*Freiberg i/S*), destinée à enlever automatiquement les boues qui s'accumulent dans le laveur.

Un certain M.... (**) donne encore, dans la *Sucrerie Indigène*, un petit conseil pratique, savoir de raccourcir les bras du laveur, de façon à laisser un intervalle de 0^m20 environ entre leurs extrémités et le fond du laveur. Cela faciliterait beaucoup le lavage.

D. ÉPIERREURS.

Nous passons aux épierreurs, c'est-à-dire aux dispositions nouvelles proposées pour débarrasser les betteraves des pierres, qui ont un effet si désastreux sur les coupe-racines ou les râpes.

Une disposition de ce genre a été inventée par **Joseph Zweigart** (***) (à *Adler Kosteletz, Bohême*) (fig. 32).

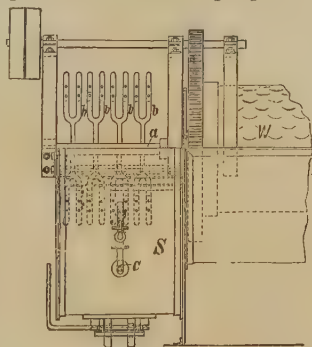


Fig. 32.

Les betteraves tombent d'un laveur à tambour W dans l'épierreur S, où elles sont séparées des pierres au moyen d'un arbre horizontal tournant a, sur lequel sont fixés des bras en fonte b munis à leur bout de pièces obliques. Les betteraves sont élevées vers la partie supérieure par un jet d'eau c et sont lancées sur une grille à travers laquelle l'eau, entraînée, s'écoule dans la caisse à eau V du

(*) Jahr. St. XXII, p. 114.

(**) S. J., 22, n° 16.

(***) Voir N. Z. X, p. 55.

laveur. Le tambour *W* du laveur porte sur tout son pourtour des entailles en forme d'arcs de cercle.

La tôle découpée est pliée vers l'extérieur. Cette disposition a pour but de faciliter l'entrée de l'eau dans le tambour ainsi que sa sortie. L'embouchure du tuyau de vidange de l'eau du lavoir se trouve au même niveau que le trou *A* par lequel l'eau entre en *V*. Au bout du tambour *W* se trouve un registre au moyen duquel les ouvertures de sortie peuvent être fermées alors qu'on voudrait interrompre le travail dans l'épierreur *S*. Une ouverture inférieure sert à ôter de temps en temps les pierres rassemblées dans l'épierreur, et une ouverture semblable se trouve du côté inférieur de la caisse à eau *Ve*, qui sert à la vidange de la boue.

Une autre disposition pour débarrasser les racines des pierres est celle de **Franz Nietschmann** (*) (à *Gross-Glogau*) (fig. 33). Les racines, après être

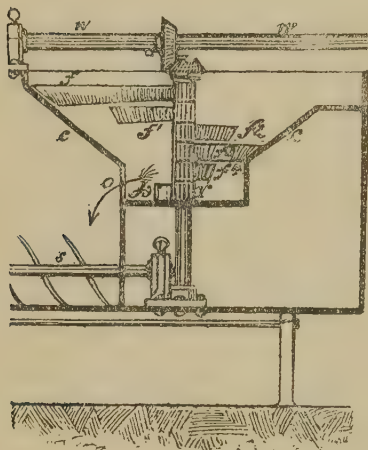


Fig. 33.

sorties du tambour laveur *t*, qui les a nettoyées, tombent dans le cône *c*, dans lequel se trouve un arbre vertical *r* muni de palettes tournantes *f*, *f*¹, *f*², *f*³, *f*⁴, *f*⁵ dont la longueur va en diminuant de haut en bas. Le cône étant rempli d'eau, les racines flottent à la surface de l'eau et de là passent dans une caisse formée de barres en fer d'où elles sont enlevées par un élévateur.

Les pierres, au contraire, tombent au fond du cône *C* et de là sortent par l'ouverture *O* et sont amenées par une hélice *S*, ainsi que la boue dans le collecteur *K*. De là elles sont enlevées par l'élévateur commun *e*. Le cône *C* est couvert d'une mince tôle afin d'empêcher l'eau de jaillir à l'extérieur.

L'appareil paraît, du reste, plutôt approprié au lavage des pommes de terre qu'à celui des betteraves.

Arm. Le Docte (**) donne la description d'un épierreur nouveau imaginé par **M. Loze**, directeur-gérant de la Sucrerie de Fleurus (Belgique).

Cet appareil très remarquable possède les avantages suivants :

1° Usure d'eau nulle ; l'épierreur est rempli une fois pour toutes, et il suffit de remplacer l'eau adhérente aux racines lors de leur sortie ; 2° suppression de toute espèce de bras, vis, paniers, etc. actionnant les betteraves. Celles-ci avancent par l'action d'un courant d'eau doué d'un mouvement circulaire.

Le système se compose d'un réservoir ayant la forme d'un demi-cône tronqué, divisé en deux compartiments par une cloison verticale partant du fond, mais n'atteignant pas les bords supérieurs. Dans la partie inférieure de cette

(*) N. Z. X, p. 104.

(**) S. B., 42, n° 6.

cloison, partie qui est à claire-voie, et dans le même plan se meut une hélice actionnée par un arbre horizontal. L'hélice en tournant provoque un violent courant d'eau partant du compartiment n° 2 de gauche pour se rendre dans le compartiment n° 1 de droite. Les betteraves tombant dans ce dernier sont entraînées par la force de la chute à une certaine profondeur. Le courant d'eau les ramène alors à la surface et les fait passer par-dessus la cloison dans le compartiment n° 2, d'où elles sont enlevées par une poulie creuse à bras en claire-voie dirigés en hélice.

L'épierrage doit être nécessairement complet avec cette ingénieuse disposition.

CHAPITRE II

EXTRACTION DU JUS

A. DIFFUSION.

Le système de la diffusion qui, il y a peu d'années, était encore presque inconnu en France et en Belgique, tend à se répandre de plus en plus à cause de la propreté de son travail, de la possibilité d'extraire plus de sucre de la betterave et surtout de la diminution considérable sur la main-d'œuvre et sur les dépenses de fabrication. Aussi est-il fort probable qu'au bout de quelques années il supplantera presque partout le système de la pression hydraulique en France et en Belgique, comme cela s'est fait déjà en Allemagne, en Autriche, en Russie et en Hollande.

C'est surtout le système des diffuseurs disposés en cercle, nommé système *Riedel*, qui est préféré en France. **Carl Huck** (*) donne quelques intéressants détails sur l'application de la diffusion en France. Il combat l'application de l'air comprimé dans la diffusion. D'après Riedel, il est préférable de recueillir l'eau de vidange des diffuseurs dans un bassin et de la ramener par une pompe centrifuge au premier diffuseur de la batterie, pendant le temps que le dernier diffuseur récemment chargé de cossettes fraîches se remplit de jus. Mais il faut employer l'eau fraîche pendant que le jus monte aux chaudières à déféquer ou plutôt aux bacs mesureurs. Les avantages de cette pratique seraient l'économie d'eau et l'extraction du sucre qui est resté dans les eaux de vidange (?) La pompe centrifuge doit avoir autant que possible une pression constante d'environ $1\frac{1}{2}$ atmosphère. La pompe, dans ce cas, est à préférer à la pression d'un réservoir supérieur. Si la pompe travaillait même par mégarde, alors que les conduites des tuyaux sont fermées, tout effet nuisible serait néanmoins exclu ; la pompe monterait sans aucun danger au maximum de sa pression. D'après *Huck*, le bassin contiendrait fort peu d'écumes, et un développement de ferments n'a jamais pu être constaté. (Toute cette disposition ne peut guère être considérée comme neuve, puisque nous avons vu fonctionner, il y a déjà neuf ans, à peu près le même procédé à la fabrique de Jaropowzy, en Russie. F. S.)

Dans la râperie de *Vivaise*, chez **MM. Bertrand, Villette et C^{ie}** (**), où la vapeur faisait un peu défaut, M. Riedel, dans l'installation de la diffusion, s'est

(*) D. Z. J. VIII, p. 498.

(**) Pellet S. J., 24, p. 44.

servi des vapeurs d'échappement de la machine motrice pour le chauffage de la batterie de diffusion en donnant une pression de 1 kilogramme à 1^k5. L'entrée de la vapeur dans les calorisateurs ainsi que les retours de ces calorisateurs ont été modifiés. L'eau de condensation se rend dans un bac spécial, d'où elle est prise pour l'alimentation du générateur. Les diffuseurs ont été chauffés à des températures qui ont varié de 60° à 64° R. Cette disposition a évité la dépense d'une nouvelle chaudière et a amené une notable économie dans le prix du combustible par 1,000 kilogrammes de betteraves.

P. D. (*) a adressé un questionnaire aux usines qui travaillent avec la diffusion montée par Riedel. Des réponses qui lui sont parvenues, il tire une série de conclusions dont quelques-unes sont reproduites ci-après :

Le nombre des diffuseurs est de 12 en général, fournissant un épuisement de 0.20 à 0.35. Avec 10 diffuseurs, l'épuisement n'atteint que 0.50.

Capacité des diffuseurs de 20 hectolitres, recevant sans tasser de 800 à 1,000 kilogrammes de cossettes, rarement plus. Pour 18 hectolitres, on met 900 à 970 kilogrammes, et pour 25 hectolitres, régulièrement 1,250 kilogrammes.

Avec une batterie de 18 hectolitres, on arrive à diffuser 135,000 kilogrammes de betteraves.

Les batteries de 25 hectolitres dépassent 250,000 par jour.

Densité du jus normal = 5.2 ; densité du jus diffusé, 4.08.

Pour 100 kilogrammes betteraves, on a tiré de 110 à 125 litres jus. La température varie de 70 à 80° centig.—On emploie généralement les couteaux faïtières.

La pression a lieu par l'eau avec emploi de la pompe centrifuge pour régulariser la circulation (**).

Fromentin (***), de la sucrerie d'Acy Romance, conseille l'emploi d'une légère quantité de chaux dans la diffusion des cossettes de betteraves, 2 à 3 litres de lait de chaux à 25° B par diffuseur. On obtient ainsi une pureté plus grande dans les jus et un épuisement plus profond. L'effet est surtout marquant lorsque l'on travaille des betteraves avariées.

La pratique a fourni les quelques chiffres suivants :

1° Épuisement de la cossette : sans chaux = 0.38 ; avec chaux = 0.30.

Différence p. c. kilos cossettes = 0.08.

2° Pureté du jus extrait : sans chaux = 75.5 ; avec chaux = 77.5.

Différence = 2 degrés.

3° Facilité du travail. — Différence peu appréciable s'accroissant cependant en faveur de l'addition de chaux, lorsque les betteraves étaient fortement avariées.

4° Cossettes avec chaux. — Bonne pression, bonne conservation et recherchée des animaux tout autant que les cossettes sans chaux.

(*) S. I., 23, n° 3.

(**) J. d. F. S., 25, n° 4.

(***) J. d. F. S., 24, n° 39.

La sucrerie de **Chaulnes** (*), dans l'installation de la diffusion, a adopté une disposition peu connue encore en Belgique et en France.

La batterie se compose de 12 diffuseurs de 25 hectolitres disposés sur deux lignes parallèles. Ces diffuseurs sont entièrement cylindriques. Les portes de vidange forment le fond du cylindre et ont le même diamètre d'ouverture, soit 1^m10. La fermeture s'obtient par la pression hydraulique du réservoir à eau. Un tuyau en caoutchouc logé dans la rainure circulaire ménagée à cet effet dans la partie inférieure du diffuseur opère une fermeture parfaitement étanche. La manœuvre des portes de vidange s'effectue au moyen d'une vis inclinée rivée au corps du diffuseur et passant par l'autre extrémité dans un écrou logé au centre de deux contre-poids. Ces portes et leurs contre-poids reposent d'un côté sur un axe faisant office de charnière, et de l'autre sur deux crochets ou chiens manœuvrés du côté opposé par un système de leviers. Les diffuseurs se vident presque instantanément malgré l'emploi de l'air comprimé.

Les cossettes sortant du coupe-racines tombent sur la courroie d'un transporteur horizontal placé entre les diffuseurs.

La courroie, de 375 millimètres de large, avance avec une vitesse de 0^m75 par seconde entre deux joints en planches pourvus de portes latérales pratiquées dans les parois en face de chacun des 12 diffuseurs. Ces petites portes à charnières sont munies de brosses à leur partie inférieure qui seule s'appuie sur la courroie. Pour remplir un diffuseur, on ouvre la porte correspondante ; les cossettes entraînées par la courroie sont arrêtées par la porte placée en diagonale sur la courroie, dévient et glissent sur une gouttière inclinée en tôle et, de là, dans le diffuseur.

Les calorisateurs sont supprimés et remplacés par des injecteurs à tuyaux multiples qui accélèrent en même temps la circulation par l'aspiration produite lors de l'injection.

La vidange des diffuseurs s'opère par l'air comprimé au moyen d'un robinet à 3 voies à bourrage appliqué à chaque diffuseur et qui sert en même temps à l'échappement de l'air. A la vidange, les cossettes tombent directement dans un canal qui longe les deux lignes de diffuseurs. Au centre de ce canal se meut une hélice qui emporte les cossettes vers l'élévateur. Aucun ouvrier n'est nécessaire pour ce service.

B. COUPE-RACINES.

Le coupe-racines de la diffusion, qui était resté stationnaire pendant un grand nombre d'années, a subi, l'année dernière, des modifications importantes. Dans les anciens coupe-racines, les couteaux n'ont pas la même vitesse dans tous leurs points, mais celle-ci va toujours en augmentant du centre vers la circonférence. Il en résulte souvent de mauvaises cossettes qui occasionnent des arrêts dans le travail et un épuisement incomplet.

C'est pour parer à ces inconvénients graves qu'on a essayé de modifier la forme des coupe-racines, et l'année dernière a vu surgir un grand nombre d'inventions dans ce sens, de la part de MM. Rassmus, Fontaine, ainsi que de

(*) J. d. F. S., 24, n° 51.

Nikisch, Stengel et Reboux, etc. En pratique, on n'a réellement appliqué, jusqu'ici, que le coupe-racines centrifuge de Rassmus, et, d'après l'opinion du directeur Kunze (*) (Alsleben), du D^r Einfeld, D^r Sickel, etc., les résultats ont été fort satisfaisants.

La première idée de changer le coupe-racines a été donnée par **C. Kessler** (**), à Berlin (fig. 34).

Il remplaçait le disque tournant des anciennes machines à couper par un cylindre tournant *dd* ouvert à sa partie inférieure et muni d'un couvercle à sa partie supérieure. — Ce cylindre est découpé sur sa périphérie verticalement ou obliquement en plusieurs endroits (généralement au nombre de 8), et c'est là qu'on place les porte-couteaux *mm* dans toute la hauteur du cylindre. Les porte-couteaux sont introduits par en haut et portent des rebords latéraux qui

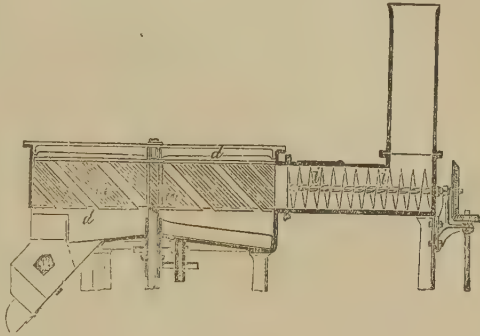


Fig. 34.

entrent dans des glissières ménagées dans le cylindre. Ils reposent simplement sur le fond et sont maintenus supérieurement par des rebords. Les couteaux sont courbés d'après la périphérie du cylindre, et leur tranchant peut être incliné en avant ou en arrière ou placé verticalement, etc.

Les betteraves sont pressées vers l'extérieur du cylindre, soit par une hélice *i*, soit par un piston, et les cossettes produites tombent à l'intérieur du cylindre et, de là, sont enlevées, comme à l'ordinaire, par un bon agitateur qui les lance dans un wagon ou directement dans les diffuseurs.

Le système de Kessler présente deux inconvénients ; le premier, c'est que les cossettes de betteraves passent de l'extérieur vers l'intérieur, alors que la force centrifuge les pousse en sens inverse, et le second, c'est qu'il n'y a qu'un petit nombre de couteaux qui travaillent en même temps.

F. Rassmus (***) (à Magdebourg) a modifié profondément ce coupe-racines, de manière à éviter ces inconvénients.

Les betteraves tombent à l'intérieur du cylindre tournant par un entonnoir de même forme sur un cône annulaire fixe. La pression des betteraves est encore augmentée par une hélice qui se trouve à l'intérieur de l'entonnoir cylindrique ; cependant on peut aussi supprimer cette hélice. — Le cylindre tournant est entouré à une certaine distance d'un manteau en tôle, comme dans les anciens coupe-racines.

En outre, il présente un plus ou moins grand nombre d'ouvertures dans lesquelles on place de l'extérieur les caisses à couteaux. Les betteraves se trouvent

(*) Z. 33, p. 613 et p. 968.

(**) N. Z. X, p. 111.

(***) N. Z. X, p. 218.

pressées contre la périphérie intérieure du cylindre et sont coupées par les couteaux. Les cossettes formées sont lancées par la force centrifuge à l'extérieur du cylindre, dans l'intervalle qui reste entre celui-ci et son manteau et, de là, tombent, par un plan incliné, dans le wagon ou le diffuseur. Dans cet intervalle se trouvent aussi des bras fixes destinés à nettoyer les couteaux extérieurement.

F. Rassmus a trouvé plus tard qu'il valait mieux donner aux couteaux une position fixe et imprimer un mouvement de rotation au cône annulaire qui amène les betteraves. Il changea donc la disposition que nous venons de décrire, dans ce sens (*), et en obtint de très bons résultats (fig. 35 et 36).

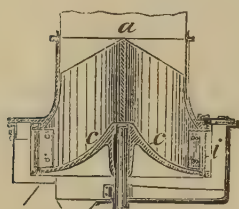


Fig. 35.

Pour mieux assurer le mouvement régulier des betteraves, le cône annulaire porte, à sa partie supérieure, des palettes qui ont la même forme que celle des turbines à eau, ce qui permet à l'appareil de travailler régulièrement, même quand il n'y a qu'une seule betterave. A leurs extrémités, ces palettes portent des pièces particulières qui servent à nettoyer constamment les couteaux à l'intérieur. L'hélice dont nous avons parlé à propos de l'appareil précédent est supprimée, et le diamètre de l'entonnoir, qui sert à amener les betteraves, va en augmentant, de haut en bas,

de manière à éviter tout arrêt des betteraves.

Les lamelles coupées sont enlevées par un agitateur, comme à l'ordinaire.

Cependant, *M. Rassmus* ne s'est pas encore arrêté là et a continué l'amélioration des coupe-racines.

Dans les dispositions précédentes, les betteraves arrivaient le plus souvent transversalement vers les couteaux, d'où il résultait que les lamelles découpées devenaient trop courtes.

F. Rassmus a trouvé une disposition (**) qui obvie à cet inconvénient, et qui produit des lamelles très longues. Nous donnons ci-contre le dessin de ce coupe-racines, qui a déjà fait ses preuves en pratique (fig. 37 et 37^{bis}), ainsi que sa description détaillée.

Le cône est remplacé par un disque plat fixé sur l'arbre central qui, pour être mieux guidé, est prolongé à sa partie supérieure. Ce disque porte, comme il est dit précédemment, deux ou plusieurs palettes contre lesquelles se trouvent vissés des couteaux essuyeurs qui ont une hauteur correspondant à celle de la caisse à couteaux. Chaque palette a ainsi une fente par laquelle passe un cylindre qui est relié au corps par des vis. Le cylindre peut être un peu déplacé, au besoin, dans le sens vertical.

Voici ce qui se passe :

Les betteraves, suivant les lois de la gravité, tombent verticalement, le collet en bas, dans un des deux compartiments indiqués, puis sont poussées par la force centrifuge vers l'extérieur ; mais elles sont arrêtées par le cylindre *C*. Alors, par suite de la position oblique des palettes, elles sont renversées et couchées horizontalement, de manière à pouvoir passer par l'ouverture inférieure.

(*) *N. Z. X*, p. 219.

(**) *N. Z. XI*, p. 75.

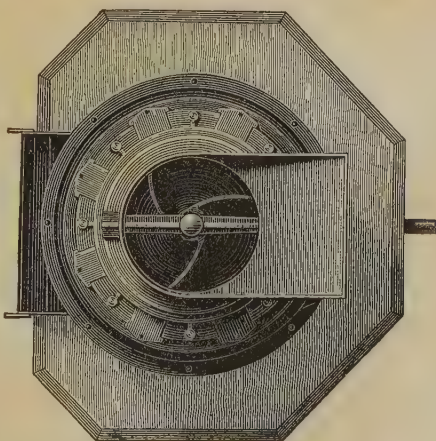
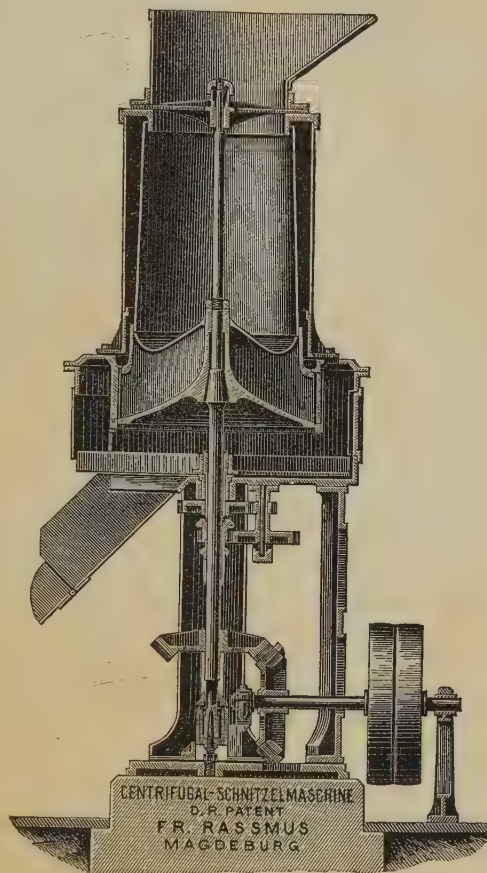
Puis elles sont poussées vers les couteaux, dans le sens de leur longueur, comme on le voit très bien dans la coupe détaillée (fig. 38).

Nous avons déjà mentionné quelques jugements favorables sur ces coupe-racines, et nous ajouterons seulement que, d'après *M. Kunze*, les caisses à couteaux peuvent être échangées très facilement et que le débit de la machine est très considérable.

Il serait possible aussi de faire changer le coupe-racines ordinaire en coupe-racines centrifuge (?).

Fontaine (*), à la Madeleine-lez-Lille (France), a construit un nouveau coupe-racines qui a fonctionné chez *M. Stoclin*, à Sainte-Mariekerque, où il débite journellement 400,000 kilos de betteraves.

L'outil est peu volumineux. Les betteraves tombent dans la partie supérieure du coupe-racines, laquelle affecte la forme d'un tambour de turbine muni de couteaux. Ce tambour est fixe ; à l'intérieur tournent des bras ajustés sur un arbre central animé d'un mouvement de rotation comme un arbre de turbine. Les betteraves sont entraînées par ces bras et viennent s'appliquer contre la paroi du tambour fixe où elles rencontrent les couteaux. Les cossettes sortent du tambour et tombent à la partie inférieure du coupe-racines, puis dans la gouttière des diffuseurs. Un manteau en tôle enveloppe le tambour du coupe-racines et forme un espace annulaire. Les betteraves sont débi-



(*) J. d. F. S., 24, n° 33.

Fig. 36.

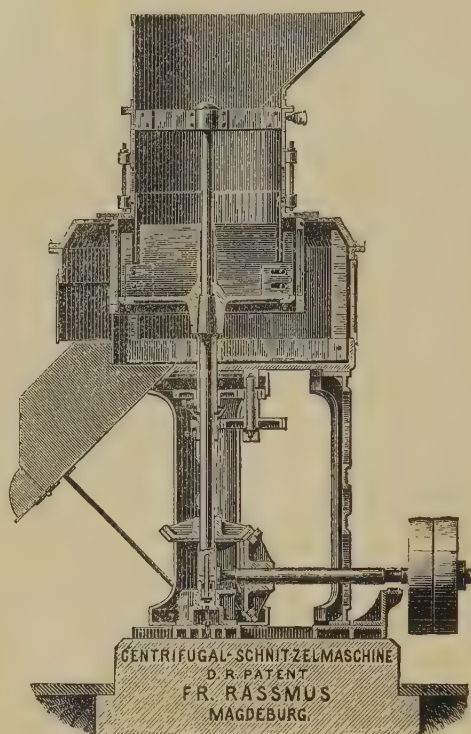


Fig. 37.

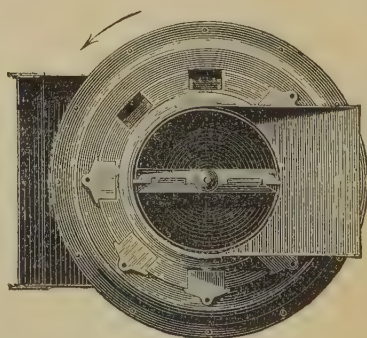


Fig. 37bis.

La forme de coupe-racines représentée par les figures 37 et 37^{bis}, qui paraît très logique, ne semble pas cependant donner de meilleurs résultats pratiques. Aussi Rasmus s'est-il définitivement arrêté au modèle précédent (fig. 36).

tées au fur et à mesure qu'elles arrivent et disparaissent complètement, laissant toujours l'intérieur du tambour parfaitement propre.

L'appareil tourne toujours sans jamais être débrayé, et l'on évite l'inconvénient des coupe-racines ordinaires, qui ne produisent un bon travail qu'à la condition d'être toujours suffisamment chargés de betteraves.

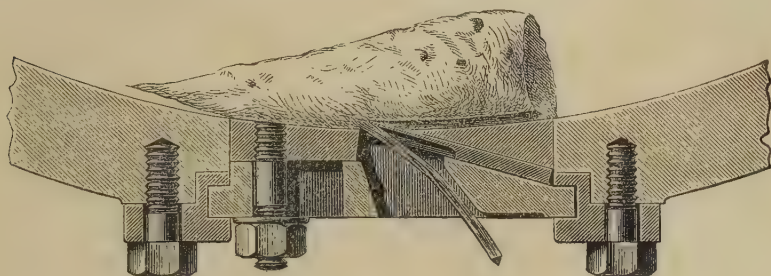


Fig. 38.

Pendant que l'instrument fonctionne, il suffit d'ouvrir successivement les portes du bati pour voir le débit de chaque boîte à couteaux en particulier.

Les résultats sont bons, paraît-il.

Au lieu de coupe-racines, Nikisch et Stengel ont construit des rabots à cossettes également dans le but de produire des cossettes régulières.

Nikisch (à Rohstetz, Bohême) en a construit de deux formes :

1. Une machine à plateaux coupants qui ont un mouvement d'oscillation vertical ;

2. Une machine dont le disque coupeur est oscillant.

Le rabot de **Stentzel** (*) (à Haynau) diffère des rabots précédents en ce que son mouvement oscillatoire est horizontal (fig. 39).

Les betteraves tombent dans une caisse rectangulaire en tôle *a*, dont le fond *bb* est incliné suivant la forme d'un toit renversé. Ce fond présente des deux côtés de larges ouvertures sur lesquelles glissent des châssis qui portent les boîtes à couteaux et qui sont encastrés dans les prismes *d*. Ces châssis reçoivent un mouvement de va-et-vient, soit directement par le piston d'une petite machine à vapeur *D*, soit par une manivelle fixée sur un axe de transmission, ou encore par un arbre coudé.

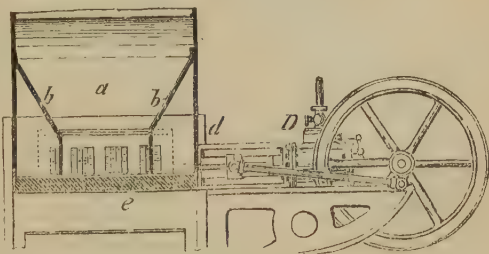


Fig. 39.

Le choc trop violent des betteraves est adouci par des tôles à rebondissement. Une machine avec 3 paires de boîtes à couteaux peut travailler

(*) N. Z. X, p. 153.

200,000 kilogrammes, et avec 4 paires de boîtes à couteaux, 300,000 kilogrammes de betteraves par jour.

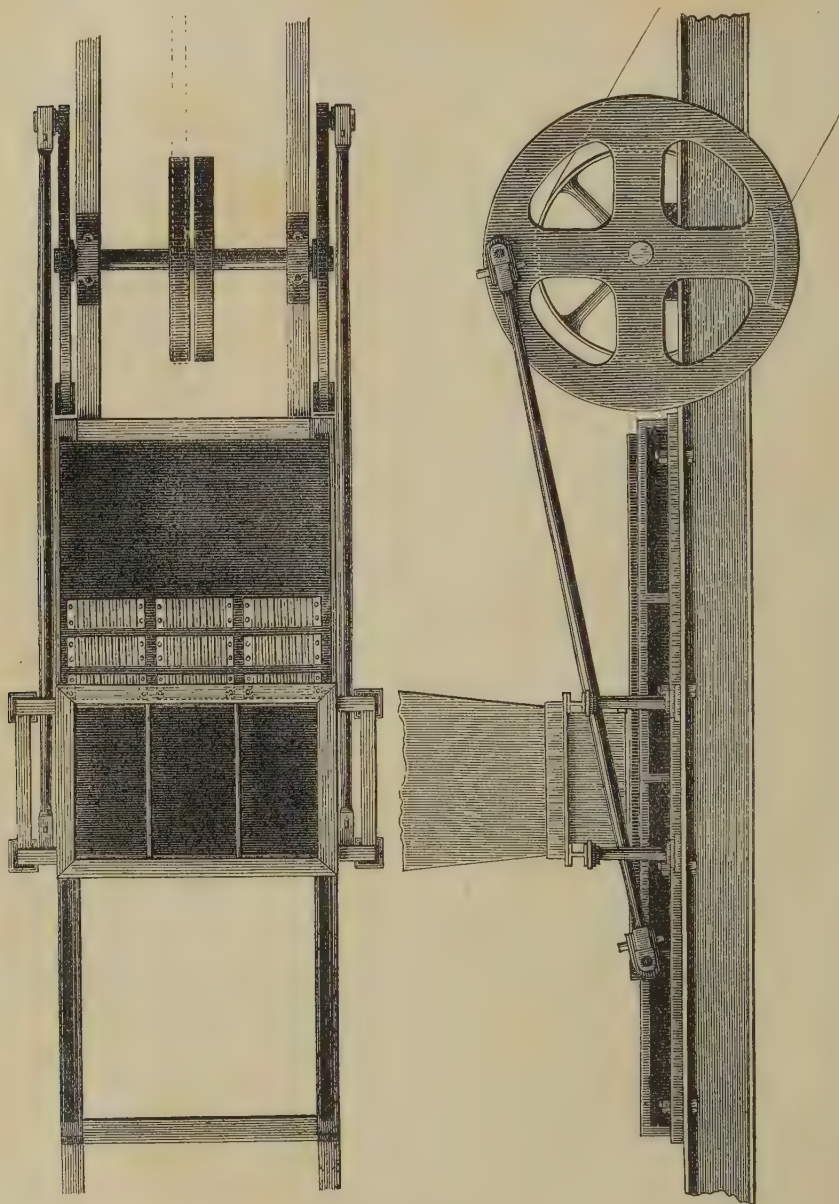


Fig. 40.

Reboux (*) vient de faire construire également un coupe-racines, dont le mouvement est similaire à celui des machines à raboter et à imprimer (fig. 40).

(*) S. B., 12, n° 17.

L'appareil se compose d'une table horizontale en tôle glissant dans des rainures qui la guident et qui sont pratiquées dans les deux longerons en fonte, placés sur les poutrelles d'acier, qui portent l'appareil. Un mouvement alternatif de va-et-vient est communiqué à la table par deux bielles fixées de chaque côté, lesquelles se rattachent à deux plateaux-manivelles formant volants, calés à chaque extrémité d'un arbre portant la poulie de commande, recevant son mouvement d'une transmission et marchant à la vitesse de 35 à 45 tours par minute, suivant le débit qu'on désire obtenir.

Dans la table, il est ménagé quinze ouvertures rectangulaires recevant les porte-couteaux d'un modèle spécial, avec couteaux horizontaux. Après avoir passé sous l'entonnoir, le groupe des porte-couteaux sort entièrement de chaque côté alternativement. Ces couteaux sont tranchants de chaque côté et fonctionnent, par conséquent, de la même manière dans les deux sens du mouvement imprimé à la table. Un entonnoir à parois presque perpendiculaires, pour éviter le voûtage, est porté par un châssis et des colonnettes, et couvre sur la table la surface des 15 porte-couteaux. La hauteur de l'entonnoir ou la colonne de betteraves est de 1^m,50 à 2 mètres, suivant les installations, afin de produire une charge qui cale bien les betteraves soumises au découpage.

La partie intérieure de l'entonnoir est composée de six canaux longitudinaux dans lesquels la betterave se place forcément dans le sens de sa longueur, sans pouvoir tourner à droite ou à gauche et sans pouvoir reculer à cause des aspérités garnissant les parois latérales des canaux.

L'entonnoir est muni de chaque côté du passage de la table d'une porte ou trappe que l'on peut ouvrir pour retirer les pierres qui viendraient au contact des couteaux.

À la partie inférieure de l'entonnoir, il est adapté, sur deux faces, une barre rectangulaire en acier dressée et fixée par des boulons à environ 2 millimètres au-dessus de la partie supérieure des couteaux. Ces deux barres forment buttoirs et peuvent s'enlever.

Les porte-couteaux permettent de faire varier, au moyen de flottes, la hauteur des lames tranchantes au-dessus du niveau de la table. Ils sont placés très exactement en ligne de leurs axes, de manière que les sommets des angles des couteaux-faîtières passent exactement dans l'axe des sillons tracés par les couteaux précédents dans leur passage alternatif de l'avant à l'arrière et réciproquement. L'écartement horizontal de la contre-lame mobile peut également varier suivant l'usure du couteau.

Quinze porte-couteaux de 0^m,170 de longueur sont en fonction constante sous l'entonnoir.

La course de la table rectiligne étant de 1^m,25, soit 2^m,50 de trajet par tour de la poulie, et celle-ci marchant à 45 tours par minute, la vitesse n'est que $2.50 \times 45 = 112$ mètres par minute ou 1^m,860 par seconde, soit le $\frac{1}{3}$ de la vitesse des couteaux rotatifs qui parcourent 5^m $\frac{1}{2}$ par seconde. Une faible vitesse est une condition indispensable pour obtenir de belles cossettes, longues et régulières.

Le mouvement alternatif des couteaux a pour effet de les affûter d'une manière continue, ce qui en prolonge l'usage. À chaque trajet de la table, les couteaux sont dégagés des ligneux, des filaments, des pailles ou des herbes

qui en annulent fréquemment le fonctionnement dans les coupe-racines circulaires, notamment avec des betteraves montées en graines.

Tous les porte-couteaux se présentant en dehors de l'entonnoir des deux côtés alternativement, à chaque course de la table, leur examen, leur nettoyage et leur renouvellement sont très faciles.

Selwig et Lange (*) (*Braunschweig*) ont construit aussi dans ces derniers temps un nouveau coupe-racines à mouvement rectiligne et continu. Ce coupe-racines consiste en un tablier porte-couteaux qui s'enroule autour de deux cylindres-tendeurs (fig. 41).

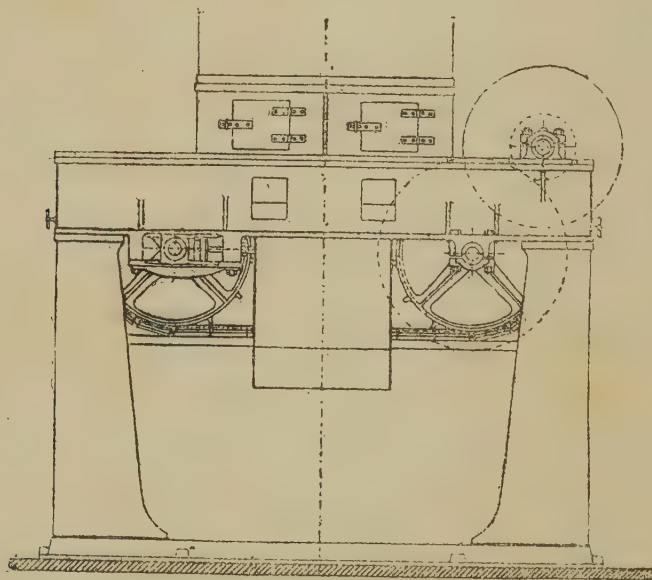


Fig. 41.

Les axes de ces cylindres sont horizontaux. La partie rectiligne de ce tablier est appuyée par une glissière; une trémie verticale amène la betterave qui est coupée par la partie rectiligne du tablier porte-couteaux. La cossette tombe dans l'espace ménagé entre le tablier et les rouleaux-tendeurs, et elle est conduite au dehors par une rigole. Le tablier porte-couteaux est muni de deux chaînes Gall au moyen desquelles il reçoit son mouvement par des engrenages calés sur l'arbre des cylindres-tendeurs. Le tablier fait environ 25 tours à la minute. Les rouleaux sur tendeurs et, par conséquent, les engrenages-entraîneurs font 45 à 50 tours.

Une machine de ce genre a déjà travaillé au mois de mars 1884, à la fabrique de *Koenigslutter*, et paraît avoir produit de très belles cossettes. Le débit des coupe-racines suffisait à un travail de 250,000 kilogrammes de betteraves par

(*) D. Z. J. IX, n° 10, et S. B. XII, p. 355.

24 heures. Le prix de la machine était de 4,000 à 5,000 francs. La force motrice nécessaire était de 2 1/2 à 3 chevaux.

Les couteaux-faïtières dont on se servait ne furent pas changés pendant un travail de dix jours.

Malgré tous ces avantages, il sera cependant prudent d'attendre d'abord que ce coupe-racines ait travaillé plus longtemps en pratique pour s'assurer si la chaîne Gall n'offre pas l'inconvénient de s'allonger par le travail et rendre par suite le travail difficile ou impossible.

L'invention de ce coupe-racines est due à *Emile Capitaine* (Berlin).

D'autres inventeurs se sont bornés à améliorer l'ancien coupe-racines.

Ainsi, **F. Ulrich** (*) (*à Leopoldshall, Autriche*) a proposé de placer au-dessus du disque tournant un appareil de distribution, fixé par un moyeu sur le même axe. Cet appareil est composé d'un ou de plusieurs bras (généralement trois), destinés à régulariser l'accès des betteraves aux couteaux, de manière à les utiliser plus complètement. L'appareil de distribution se meut en sens inverse du disque à couteaux.

On peut ainsi ou bien ralentir la marche du disque à couteaux (70 à 80 tours par minute), de manière à produire des cossettes plus longues et plus régulières, ou bien travailler plus de betteraves avec le même coupe-racines.

Tous les appareils existants peuvent être modifiés facilement dans ce sens.

H. Putsch et Cie (**) (*Hagen*) ont, de leur côté, tâché d'éviter le mouvement dansant des betteraves produit par cette circonstance que les couteaux sont placés plus bas que les boulons et les châssis auxquels ils sont fixés, tout en laissant une grande distance entre eux.

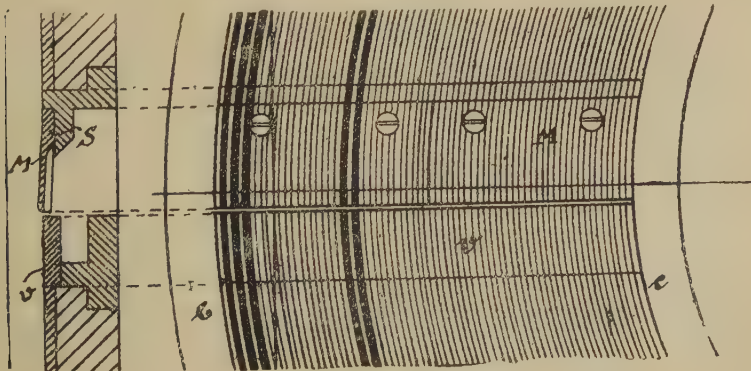


Fig. 42.

Fig. 43.

Pour atteindre ce but, Putsch a disposé des cannelures concentriques sur tout le disque du coupe-racines (fig. 42—47).

Il y a trois systèmes différents :

1° Le secteur intermédiaire *P* et le contre-couteau *V* sont dans un même

(*) O. XXI, p. 978.

(**) N. Z. XI, p. 197.

plan horizontal. Le couteau *M* est droit à sa partie supérieure, mais la partie *S* par laquelle il repose inférieurement sur le châssis est inclinée (fig. 42 et 43) de l'épaisseur d'une cossette ;

2° Le secteur *P* (fig. 44) et le couteau *M* ont une position horizontale, mais c'est le contre-couteau *V* qui est incliné de l'épaisseur d'une cossette ;

3° Le couteau *M* et le contre-couteau *O* sont tous deux horizontaux, seulement le dernier est placé plus bas que le premier de l'épaisseur d'une cossette.



Fig. 44.



Fig. 45.

Le secteur *P* est à son tour incliné de l'épaisseur d'une cossette depuis le couteau jusqu'au contre-couteau suivant *V* (fig. 45).

Quand on se sert des couteaux autrichiens (à fentes), il faut que la plaque de recouvrement des couteaux soit également cannelée (fig. 46).

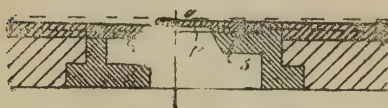


Fig. 46.



Fig. 47.

Nous avons représenté encore une coupe verticale parallèle à l'axe du coupe-racines (fig. 47). Les avantages de cette disposition sont la production de cossettes plus régulières et l'usure moins prompte des couteaux. De plus, la machine a une marche plus facile, et les dégâts causés par des pierres, des morceaux de fer, etc., sont moins à craindre.

Les frères **Kollman** (*) (*Barmen*) ont proposé également quelques modifications au coupe-racines ordinaire (fig. 48).

Les nervures *v* des couteaux ne sont pas rectilignes, mais arrondies. De plus, on a arrangé vis-à-vis de ces couteaux des contre-couteaux qui portent à leur partie inférieure des nervures à faîtière *r*.

Les couteaux sont fixés par les boulons dans une position oblique favorable à la coupe des cossettes. Pour atteindre ce but, les écrous du boulon reposent par l'intermédiaire des plaques de serrage *aa* sur une surface inclinée presque parallèle à la face inférieure des couteaux.

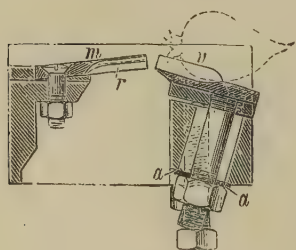


Fig. 48.

(*) N. Z. X, p. 112.

La conséquence en est de régler plus facilement leur position, sans donner lieu à une torsion, comme cela a lieu pour les anciens couteaux.

De plus, l'inventeur a disposé dans la trémie, par laquelle les betteraves sont amenées, des ailes obliques qui ont pour but d'exercer une pression automatique sur les betteraves avant leur entrée dans les couteaux.

II. Podlisky et Cie (*) (*Prague*) se sont fait breveter pour l'application de contre-couteaux cannelés ou ondulés, de formes variées.

Pour les couteaux à faîtière, les contre-couteaux ont la même forme que ceux-ci, et l'on obtient des cossettes ondulées.

Quand on veut produire des cossettes à rainures isolées, ou bien on emploie des couteaux à lamelle, ou bien on dispose des contre-couteaux à lamelle.

On peut aussi découper tous les disques des coupe-racines de la même façon que les contre-couteaux le sont. (Le brevet a été abandonné depuis par les auteurs.)

A. Maguin ()** a modifié les porte-couteaux ordinaires à l'aide d'une pièce rapportée et fixée au moyen de vis sur la partie supportant le couteau. La surface supérieure de cette pièce est convexe et d'un rayon tel que le couteau courbé sous le même rayon à sa partie supérieure, non fraisée, peut glisser sur cette pièce en présentant toujours, à mesure que le couteau s'use, sa partie tranchante à la même hauteur. Cette modification permet d'adapter sur les porte-couteaux actuels des couteaux courbes présentant toujours leur partie tranchante de manière à couper la betterave horizontalement. La cossette est belle et sans râpures, ne présente pas de semelles et évite les bourrages par suite du dégagement facile des cossettes coupées. Le couteau est plus résistant que lorsqu'il se présente dans une position inclinée.

On peut utiliser les anciens couteaux en enlevant simplement la pièce rapportée.

M.... (*)** conseille de supprimer deux couteaux du coupe-racines en laissant les porte-couteaux de telle façon que, sur un même diamètre du coupe-racines, chacun des deux porte-couteaux présente un vide rectangulaire de 12 à 15 millimètres. Les pierres qui se trouvent sur le plateau frappent contre la contre-lame du coupe-racines et tombent dans la fente ménagée quand celle-ci se présente sous la dite contre-lame. Les morceaux de betterave ne tombent pas par les fentes. Les corps lourds seuls passent dans la gouttière.

M.... croit que l'on pourrait utilement avoir un plateau à claire-voie en ayant soin d'avoir des trous de diverses dimensions, ce qui ne nuirait pas au coupage.

La trémie, par laquelle les betteraves tombent sur l'ancien coupe-racines, avait jusqu'ici la forme *abcd* (fig. 49).

Comme *cd* est perpendiculaire sur *cd*, les pierres qui pourraient arriver

(*) N. Z. XI, p. 199.

(**) S. I., 24, n° 13.

(***) S. I., 22, n° 16.

sur le coupe-racines avec les betteraves, ne peuvent sortir de l'appareil et briseraient les couteaux. Pour obvier à cet inconvénient, **L. Bodenbender** (*) (à *Bernburg*) a modifié la forme de la trémie en *acd*, comme on le voit dans la figure 49. Les pierres sont alors lancées par la force centrifuge vers *e* et tombent de là dans une caisse *B* par des ouvertures assez petites pour ne pas laisser passer les betteraves. Quand il s'agit de modifier de vieux coupe-racines, la forme *abd* peut atteindre également le même but.

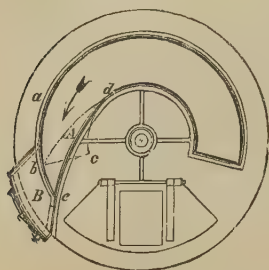


Fig. 49.

C. COUTEAUX DE DIFFUSION.

Il existe un très grand nombre de couteaux pour la diffusion dont les principaux sont :

- 1) Les couteaux à doigts ;
- 2) Les couteaux à coupe latérale ;
- 3) Les couteaux de Königsfeld (à coupe triangulaire) ;
- 4) Les couteaux-faïtières ;
- 5) Les couteaux d'Arndt.

Les couteaux à doigts, qu'on croyait autrefois indispensables pour couper les betteraves gelées ou poussées, sont abandonnés aujourd'hui presque complètement, et les essais qu'on a faits dans les derniers temps pour les améliorer n'ont pas donné le résultat attendu.

Citons cependant parmi ces améliorations les couteaux de **Brandt et Nawrocki** (**), à *Berlin* (fig. 50-51).

Dans les anciens couteaux à doigts, la largeur des doigts est égale à celle des fentes, de manière qu'il faut toujours deux couteaux pour la production d'une cossette ; ces couteaux ne font en réalité que la moitié du travail exigé.



Fig. 50.



Fig. 51.

Les couteaux de Brandt ont des fentes beaucoup plus étroites et les cossettes produites ont la forme indiquée ci-contre (fig. 50) et la betterave découpée celle de la figure 51.

On a également essayé d'améliorer les couteaux à coupe latérale, sans arriver cependant à une disposition pratique. Les couteaux de

Königsfeld (*Goller*) se sont maintenus au contraire, surtout en Autriche, malgré l'inconvénient qu'ils ont de ne donner, eux aussi, qu'une demi-coupe comme les couteaux à doigts.

Les couteaux à faïtières, que nous supposons connus, ont eu un très grand succès en Allemagne et en France. On les éloigne le plus souvent des contre-

(*) B. Z. VII, p. 49.

(**) N. Z. XI, p. 32.

couteaux de 3 à 4 millimètres. Cependant **Dr. Weiland** (*Gutschdorf*) a trouvé qu'il valait mieux augmenter cette distance jusqu'à 6 ou 7 millimètres et raccourcir au besoin les couteaux neufs de cette quantité.

Greiner (*) a proposé un nouveau modèle de couteau-faîtière représenté ci-contre dans son porte-couteau (fig. 52). On voit que le tranchant ou les gouttières se trouvent à un niveau plus élevé que la contre-lame et la partie

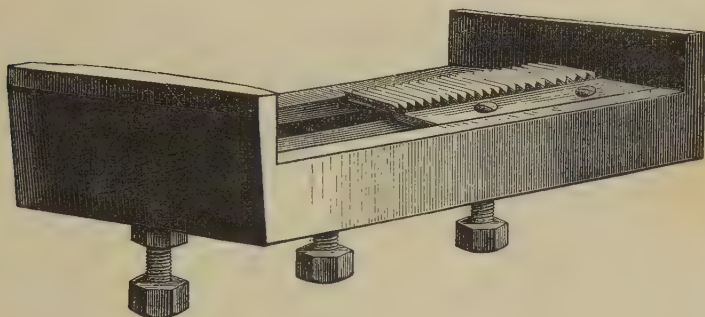


Fig. 52.

unie du couteau ; cette dernière et la contre-lame se trouvent au même niveau que le plateau des coupe-racines. Par cette disposition, la betterave se dégage dès qu'elle a reçu la coupure et reste dans la même position jusqu'à ce qu'elle vienne en contact avec le couteau suivant.

Plusieurs fabricants ont construit des couteaux fraisés sur toute leur largeur soit en ligne droite, soit en ligne courbe, dans le but de maintenir la betterave parfaitement immobile. Ce but ne peut être complètement atteint de cette façon par suite des différentes courbes décrites suivant la position du couteau dans le coupe-racines.

Greiner, pour y arriver, a cherché à pouvoir dégager la betterave dès qu'elle a été en contact avec le couteau, de façon à lui éviter toute résistance ou pression pouvant la déplacer.

Le couteau Greiner se distingue surtout *jusqu'à présent* par la perfection et le fini de sa fabrication.

(Ce couteau a donné d'excellents résultats partout où il a été appliqué. A. L. D.)

A. Paschen (**), à *Cöthen* (Allemagne), a modifié les couteaux-faîtières. La nouveauté consiste en ce que les gouttières qui existent sur la surface du couteau ne se trouvent pas seulement sur le devant (la partie qui travaille), mais encore sur la partie de derrière ; elles s'étendent donc sur toute la surface du couteau. La betterave, par cette disposition, est retenue dans la direction qui lui est imprimée par le tranchant du couteau, et dans la rotation, chacun des

(*) S. B., 11, n° 15.

(**) S. B., 11, n° 14.

couteaux rencontre précisément la gouttière que le couteau précédent a formée. Avec les anciens couteaux, la betterave quitte facilement la direction imprimée formant alors des cossettes de forme trapézoïde au lieu de la forme gouttière à désirer (fig. 53).

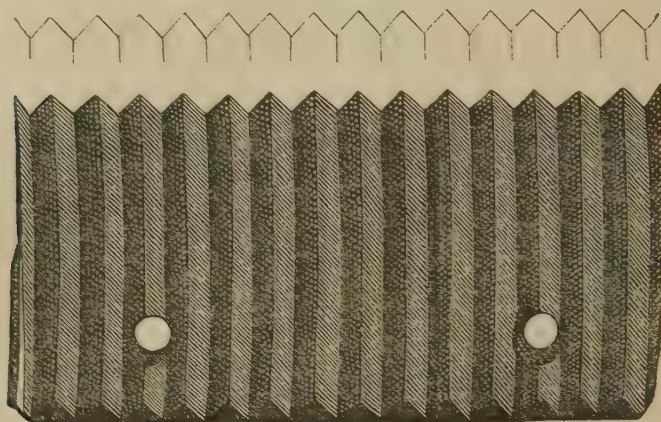


Fig. 53.

Les nouvelles cossettes sont très longues et parfaitement évidées.

Fr. Rasmus et surtout **H. Putsch et C^{ie} (Hagen)** ont imaginé d'autres formes très pratiques pour les couteaux-faitières.

Nous donnons ci-contre le dessin du dernier de ces systèmes (fig. 54 et 55).

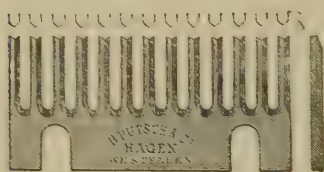


Fig. 54.

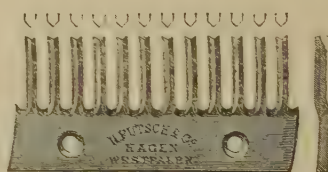


Fig. 55.

Le caractère distinctif des couteaux d'**Arndt**, c'est que leurs lames peuvent se déplacer et qu'ils ont des couteaux fendeurs. Ils sont fabriqués par **R. H. Vorster (Hagen)**.

Mentionnons enfin les couteaux doubles de **F. Weyr (Méziric)**, qui ont pour but de doubler la production d'un coupe-racines ou mieux de diminuer sa vitesse de rotation, pour produire de plus belles cossettes (fig. 56).

Ils sont composés de deux couteaux *A* et *B*, qui sont placés dans la même boîte, de façon à se suppléer mutuellement pendant le travail. Le bord postérieur *C* du couteau *A* forme alors la contre-lame pour le couteau *B*. On peut employer n'importe quels couteaux, mais il est préférable de se servir de ceux

de Goller, et de les fixer de manière que leur bord antérieur soit de 4 à 5 millimètres plus bas que leur bord postérieur.

D. DE L'AFFUTAGE DES COUTEAUX DE DIFFUSION.

Anton Wagner (*) écrit sur cette question :

Malgré l'excellente construction que peuvent avoir les couteaux de diffusion, il y a toujours quelques fabriques de sucre qui ne parviennent pas à produire des cossettes bien conditionnées, parce que l'entretien de ces instruments ne reçoit pas tous les soins voulus.

Se présente-t-il des irrégularités dans l'écoulement des jus de la betterave, on en cherche ordinairement la cause dans la construction vicieuse des diffuseurs, des surfaces filtrantes, du tuyautage ; soit encore dans la pression insuffisante, dans le surchauffement ou dans le chargement excessif de la batterie ; mais très souvent les obstructions en question ne proviennent que du découpage défectueux des betteraves.

Un couteau de diffusion, pour bien fonctionner, c'est-à-dire pour débiter des *cossettes longues, lisses et fines*, doit, non seulement être *bien tranchant*, mais encore posséder l'avantage d'être *dur, sans être cassant* ; le tranchant doit se présenter sous forme d'un coin lisse de 20 millimètres au moins, et les lames doivent être convenablement fixées dans les porte-couteaux.

Les trois premières de ces qualités s'obtiennent par un bon affûtage, et constituent les points les plus importants de l'emploi des couteaux. Dans ce qui suit, on essaiera de décrire les différentes méthodes d'affûtage, avec les avantages et les inconvénients qui leur sont propres.

Jusqu'à l'apparition des *couteaux de Königsfeld* (Goller), on aiguisait ordinairement à la *lime*. Quelques usines seulement se servaient, à cet effet, de *limes circulaires*, de *meules en pierre* ou bien de *disques en bois* ou en fer enduits d'*émeri*.

L'affûtage à la lime s'opérait après une recuite des couteaux, qu'on trempait ou durcissait dans l'eau ou dans l'huile après l'opération. Quelquefois on se bornait à repasser sommairement à la lime ; et après la trempe, on parachevait l'affûtage également à la lime.

Les couteaux *Staniek*, *Naprawil*, *Plefka* et *Egerle Janacek* étaient souvent traités avec des meules en pierre, ou avec des disques en bois ou en fer enduits d'*émeri* ; quant aux tranchants verticaux des cloisons, on les aiguisait à la lime.

Ce n'est que les *couteaux Robert* en fourchette qu'on affûtait dans certaines fabriques exclusivement sur des meules plongeuses, sans emploi de lime. L'opération ne s'effectuait, d'ailleurs, qu'après la trempe. Cette manière d'affûter avait l'avantage d'être rapide, de contribuer à la production de cossettes lisses et d'être d'un effet très durable alors que l'affûtage à la lime

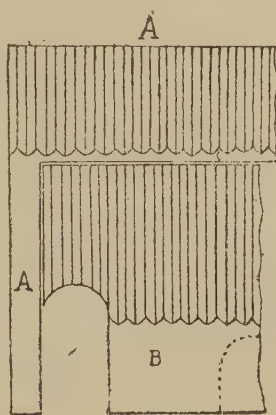


Fig. 56.

(*) S. I., 21, n° 16.

nécessitait des retouches fréquentes dans les porte-couteaux ou même des renouvellements rapprochés de toute l'opération.

Ce n'est qu'après l'apparition des couteaux Königsfeld qu'on a pu se servir, pour l'affûtage, de disques rotatifs et réduire ainsi à un minimum l'emploi de la lime. Ces disques, traités à l'émeri, étaient en *caoutchouc*, en *bois*, en *cuivre*, en *acier*, en *verre*, en *fer*, en *ardoise*, en *terre cuite* ou entièrement en *émeri*.

Les disques en émeri, en fer, en ardoise et en terre cuite se sont seuls répandus dans la pratique, et l'on est parvenu à les faire servir à l'affûtage fini des couteaux de Königsfeld, sans aucun emploi de la lime.

Le disque en émeri a un diamètre de 150 à 300 millimètres, une épaisseur et un angle correspondant à l'écartement angulaire des zigzags des couteaux. On lui donne une vitesse de 300 à 600 tours par minute.

Pour opérer avec ce disque, l'affûteur y applique le couteau à une distance de 20 à 30 millimètres du tranchant, exerce une légère pression et tire la lame vers lui. L'affûtage commence sur un côté du couteau et s'étend successivement à tous les tranchants triangulaires d'une face. Après cela, on retourne le couteau et on procède de même sur l'autre face. Un ouvrier un peu exercé parvient à affûter tout un jeu de couteaux dans l'espace d'une demi-heure. Il ne reste plus qu'à faire la trempe dans de l'eau ou dans de l'huile.

Cette méthode d'affûtage est avantageuse au point de vue de la rapidité, mais elle a l'inconvénient de rendre nécessaire la trempe des couteaux venant d'être aiguisés. Or la trempe rend rude la partie blanche du tranchant; il faut dès lors polir à nouveau si l'on veut obtenir des cossettes lisses et nettes.

Comme les couteaux bien polis coupent les betteraves plus nettement et plus facilement, on a essayé de faire usage de *Machines à polir*.

Il y a lieu de mentionner un disque à polir fait avec du *feutre* ayant subi une énorme pression, disque faisant 1,500 tours à la minute et qui peut s'appliquer à tous les genres de couteau.

Il y a aussi la machine à *polir au sable*, qui consiste en un tambour ou cylindre horizontal susceptible d'être hermétiquement fermé, muni intérieurement d'un cylindre plus petit ou d'un simple rouleau, pouvant recevoir un mouvement sous diverses vitesses. Pour faire fonctionner cette machine, on visse les couteaux à polir au cylindre intérieur ou au rouleau soit au centre, soit suivant la tangente; on remplit le tambour à moitié de sable ou d'émeri et on y ajoute de l'eau, ou on se sert simplement de sable humide; après cela, on ferme le tambour, on tourne le cylindre ou le rouleau à bras ou mécaniquement; les couteaux agités dans le sable mouillé ne tardent pas à être polis.

Il existe également une machine à *polir par le bois*. Elle consiste dans une série de disques en bois façonnés au tour; ils sont assemblés et fixés sur un axe commun, et polissent toute la face d'un couteau en même temps. Cette machine, comme aussi la précédente, a encore besoin de quelques perfectionnements.

Revenons à l'affûtage.

Le disque ou meule de fer a les mêmes dimensions que la meule en émeri; on la fait marcher avec une vitesse de 1,000 à 1,500 tours à la minute; mais son mouvement de rotation s'effectue *contre le tranchant* du couteau. Pendant l'affûtage, on appuie la lame sur un guide dont est munie la machine, et on tâche de faire en sorte que le couteau forme avec le plan du disque un

angle toujours égal. Quand le couteau est devenu incandescent, il est indispensable de l'éloigner aussitôt de la meule ; exposé à l'air froid, il subit une espèce de trempe et durcit. Affûté à l'état incandescent, c'est-à-dire très mou, le couteau se couvre comme d'une sorte de dépôt vulgaire, appelé *amadou*, qu'on fait disparaître ensuite sur le disque en émeri qui tourne en sens contraire par rapport au disque en fer. Le couteau est dès lors prêt à être remis dans les coupe-racines.

Si la meule est disposée sur sa périphérie en *forme de vis* dont le pas correspond à la cannelure des couteaux, le couteau solidement fixé peut être passé sur le disque d'une manière continue ; l'affûtage devient plus facile, mais il est moins exact ou moins fini.

Ces méthodes d'affûtage ont l'avantage d'être très rapides ; mais elles requièrent des ouvriers très exercés, car la moindre inattention peut avoir pour résultat d'user le couteau d'outre en outre et de le rendre ainsi impropre au service.

Le disque en fer sert aussi à l'*égalisation* de couteaux brisés qu'on applique à cet effet perpendiculairement contre la surface du disque en rotation, jusqu'au moment où toute la lame est usée à une profondeur égale à la brisure.

Pendant toute l'opération de l'égalisation, l'ouvrier doit garantir ses yeux des éclats de fer qui peuvent s'élancer de la lame. Le grand inconvénient de l'affûtage au disque en fer consiste dans la *tranche trop courte*, et dans la trempe incomplète du couteau.

M. I. Wondruschka, à Freiheitsau, a recommandé une méthode d'affûtage tout à fait analogue, à l'aide d'un disque en ardoise fortement huilé et enduit d'une composition ferrugineuse.

On procède un peu différemment quand on emploie un disque en fer ou un disque en terre cuite : le couteau reçoit un premier affûtage par le disque en fer ; puis on le trempe dans l'eau à l'incandescence sombre ; il reste à le finir sur le disque en terre, qui plonge dans l'eau et fait de 200 à 400 tours à la minute.

Cette dernière méthode d'affûtage fournit des couteaux qui remplissent le mieux toutes les conditions d'un bon découpage des racines. La lame devient dure sans être cassante ; elle prend un tranchant qu'aucune autre méthode ne peut rendre aussi parfait. La trempe après le repassage disparaît, parce qu'on finit sur le disque en terre qui plonge dans l'eau, et l'on prévient ainsi le ramollissement du couteau qu'on avait trempé après l'opération préparatoire avec la meule en fer. De plus, par cette méthode, on peut repasser les couteaux deux et trois fois sur le seul disque en terre, sans recommencer chaque fois toute l'opération, c'est-à-dire sans recourir au disque en fer et à la trempe qu'il occasionne.

M. F. Klier, l'inventeur de la meule en terre, simplifie l'affûtage en se servant exclusivement de terre très cuite sans jamais faire intervenir le disque en fer qui sert d'ordinaire à opérer un affûtage préparatoire.

Ceux qui savent ce que l'affûtage à la lime prend de temps et ce que peut produire un ouvrier avec une bonne machine, n'ont pas besoin qu'on appelle leur attention sur l'économie de main-d'œuvre que permet l'affûtage mécanique.

Ajoutons encore, d'après *M. Goller*, quelques mots sur le mode d'affûtage employé par **Thomas Wasgestian** (*), à *Kojetein (Moravie)*. Les couteaux sont affûtés préalablement, soit à la main, soit à l'aide d'une des machines sus-mentionnées. Puis on achève l'affûtage au moyen d'un appareil qui ressemble beaucoup aux machines qui servent à polir les verres des miroirs.

Les couteaux tournent dans une caisse remplie de sable fin et humide qui produit un polissage parfait.

M. Goller est, du reste, de l'avis que le meilleur affûtage sera toujours celui fait à la main, mais malheureusement il coûte le plus souvent trop cher.

Iutrzeuka (**) (*Troppau*) préfère pour l'affûtage les disques en porcelaine qui doivent faire de 500 à 600 tours, et **Fritsche** (**) (*Magdeburg*) recommande la machine de **J.-F. Lehnartz** (*Delbrück-Cologne*), qui imite très bien le tra-

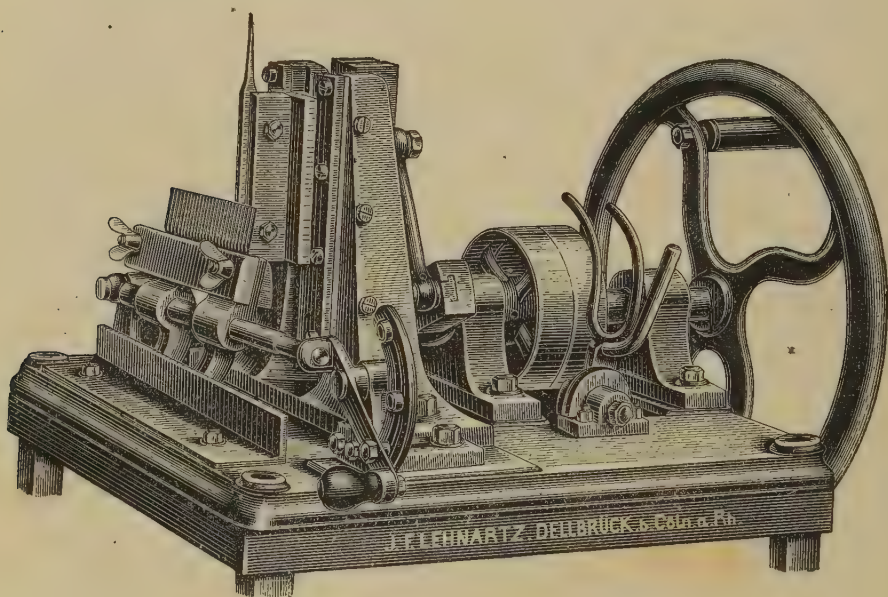


Fig. 57.

vail à la main. C'est une lime fixée dans une glissière animée d'un mouvement vertical de va-et-vient. Le couteau est encastré dans un support mobile dans tous les sens, et il est pressé contre la lime (fig. 57).

A. Conreur et N. Crombez (***), à *Raismes (Nord, France)*, ont fait breveter une machine double à affecter les couteaux de diffusion qui permet d'affecter les couteaux en toutes leurs parties.

Ainsi que le montre la figure ci-contre, les deux outils d'affûtage qui peuvent

(*) B. Z. VII, p. 361.

(**) O. XXI, p. 567.

(***) B. Z. VII, p. 403.

être soit des meules, soit des fraises ou des limes circulaires d'un profil convenable, sont fixés aux extrémités libres d'un même arbre longitudinal soutenu dans sa partie médiane par deux montants ou piliers reposant sur la plaque de fondation de l'appareil (fig. 58).

Entre les deux montants, qui portent les paliers dans lesquels tourne l'arbre, se trouvent montées la poulie fixe et la poulie folle, qui servent à transmettre aux instruments le mouvement d'un moteur quelconque.

A chaque meule correspond un porte-outils qui lui présente le couteau à affûter. Les deux porte-outils construits de la même manière peuvent être orientés, par exemple l'un pour l'affûtage du fond des ondulations, l'autre pour celui des cloisons. Le couteau est serré entre deux mâchoires au moyen de vis et le porte-outils coulisse le long d'une tige de manière qu'on puisse

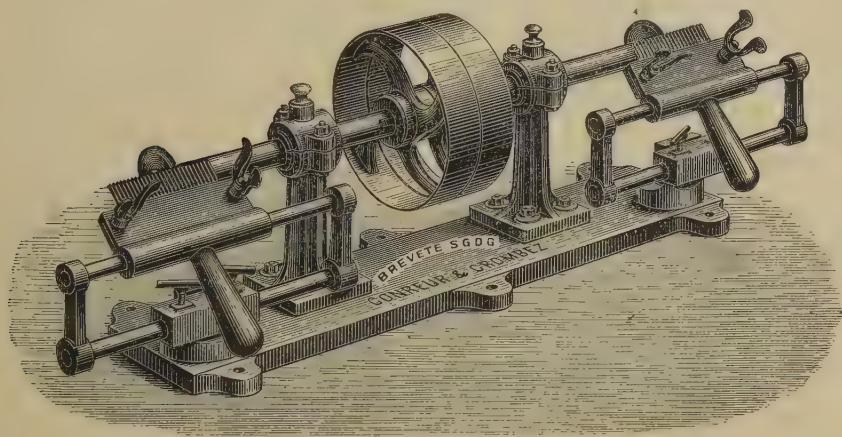


Fig. 58.

amener successivement toutes les divisions du couteau devant la meule ou disque d'affûtage. Une poignée permet de déplacer le porte-outils à la main et de le maintenir à l'inclinaison voulue pendant le travail.

La tige est portée sur deux bras montés sur un axe horizontal de manière à pouvoir osciller dans un plan vertical. Cet axe fait partie d'un support reposant sur la plaque de fondation et articulé lui-même autour d'un axe vertical. Cette articulation double permet de faire tourner le porte-outils dans les deux sens en même temps qu'on fait varier leur inclinaison. Des écrous de serrage ou des vis de pression permettent de fixer momentanément le porte-outils dans la position voulue pour le travail que l'on a à faire.

Par cette disposition, on peut donc affûter tous les angles dans tous les sens, sous toutes les inclinaisons, ainsi que les parois verticales des couteaux.

Les machines à aiguiser de **F. Rasmus** sont, paraît-il, également fort estimées par les praticiens. Nous en donnons ci-contre deux dessins.

La première (fig. 59) est une machine à écorner qui peut servir pour toute espèce de couteau.

Le couteau est fixé dans un support qui, pendant toute la durée de l'aiguisage, se meut devant le disque à émeri régulièrement de gauche à droite et vice-versà.

Ce disque doit faire au moins 800 tours par minute.

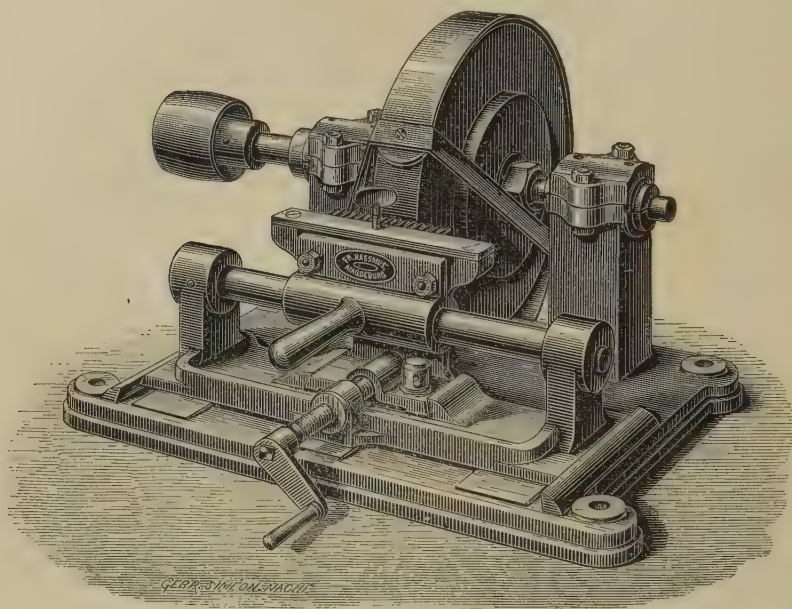


Fig. 59.

Pour les couteaux ordinaires, ce disque tourne dans une direction contraire au tranchant des couteaux, mais il doit tourner en sens inverse, s'il s'agit de couteaux à doigts. Le couteau doit être fixé solidement dans son support, de manière à s'appliquer étroitement sur la face inférieure.

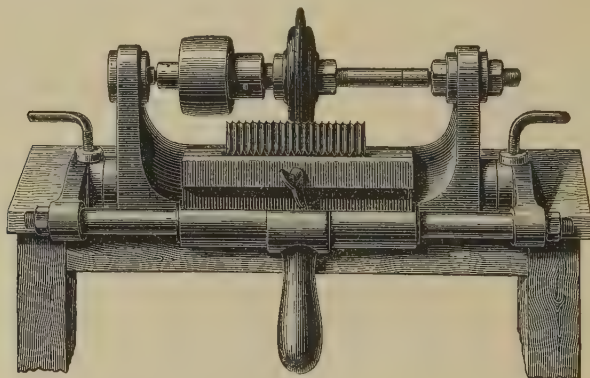


Fig. 60.

La deuxième machine (fig. 60) est destinée spécialement à aiguiser les couteaux de Königsfeld et les couteaux à faitière.

Le couteau est fixé, comme précédemment, dans un support et pressé contre un disque à émeri qui fait au moins 1,600 tours à la minute. (La rotation se fait dans le sens du tranchant du couteau.) Pendant tout l'aiguisage l'ouvrier donne au couteau un léger mouvement oscillatoire, pour éviter le bleuissement de la lame. Après avoir aiguisé les faites à la machine, les côtes doivent être achevées par une lime à la main.

F. Rassmus insiste surtout sur ce point que la machine à aiguiser doit être montée à une place bien éclairée (de préférence près d'une fenêtre), et qu'elle soit maniée uniquement par l'ouvrier que ce travail concerne spécialement.

La poulie qui commande la machine doit se trouver toujours en haut, et la courroie de transmission ne doit jamais être croisée. Au besoin, le croisement se ferait entre la poulie de commande et la transmission principale. Pour toutes les machines, l'aiguisage doit se faire *à sec*. Les coussinets doivent être lubrifiés avec soin et inspectés fréquemment. Cette dernière condition est importante à cause du mouvement de rotation rapide de ces machines.

Enfin nous décrirons la machine d'affûtage de **H. Putsch et C^{ie}** (*), à Hagen.

Le couteau *D* (fig. 61) est fixé solidement au moyen des vis *N* et *Z* dans un porte-couteaux *M*, mobile autour de l'axe *B*. Il peut être pressé par la pièce *P*, fixée au levier *F*, contre le disque affûteur *E*. La crémaillère *H*, qui est mise en mouvement par le levier *G* à échappement à crochet, sert à faire avancer le couteau.

Cette disposition a été modifiée plus tard (**), de manière à rendre automatique le mouvement alternatif de pression et de relâchement du couteau vers le disque affûteur en déplaçant en même temps le couteau d'une longueur déterminée (fig. 62).

Ce but est atteint par un disque excentrique *I* placé sur l'axe qui porte le disque affûteur. Cet excentrique tourne dans une fourche *K*, qui porte un crochet d'échappement *R*, de manière à faire osciller cette fourche pouvant tourner sur une cheville conique. Cette cheville porte un autre excentrique *S* (dessiné en pointillé). Le levier *F* (dont les fonctions sont semblables à celles du levier *F* dessiné dans la figure précédente) porte un petit rouleau *T* qui s'appuie contre l'excentrique *S* aussitôt que le couteau a été pressé contre le disque affûteur.

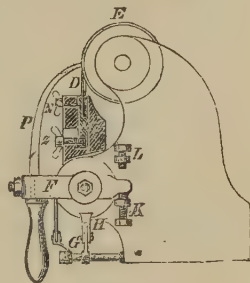


Fig. 61.

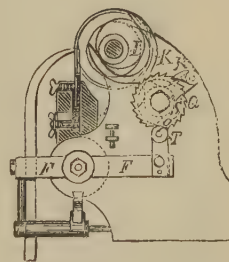


Fig. 62.

E. TAMIS DES DIFFUSEURS.

C'est surtout en Autriche, où les fabricants sont obligés, par leur système d'impôt, de donner aux diffuseurs les plus petites dimensions possibles, qu'on

(*) B. Z. VII, p. 322.

(**) N. Z. X, p. 30.

a été amené à construire des tamis rationnels de diffusion qui laissent passer librement le jus, sans être bouchés par les cossettes. Quand cette condition n'est pas remplie, il est impossible de travailler rapidement sans s'exposer à ce que l'épuisement des cossettes soit entravé par la formation de canaux dans le diffuseur. Lorsque le coupe-racines donne des cossettes irrégulières, le travail est même souvent complètement arrêté parce que, les cossettes étant fortement pressées contre le tamis, bouchent toutes ses ouvertures.

Pour éviter cet inconvénient, **J. Stuchly** (*) (*Seelowitz*) avait construit déjà, en 1878-79, des tamis en tôle ondulée ou en faitière, de manière à pouvoir multiplier le nombre d'ouvertures qui donnent passage au jus, tout en empêchant partiellement l'obstruction des trous par les cossettes. Des dispositions semblables ont été proposées plus tard par **Leonhard**, par **A. Gobiet** et surtout par **Koran** (*Kwassitz*), qui s'est fait breveter pour des tôles en faitière, semblables à celles de Stuchly.

Cizek (**) (*Hullein*) a légèrement modifié le système de Koran, en remplaçant les angles des faitières par des paraboles et en faisant percer dans la tôle un grand nombre de petits trous carrés.

Nous donnons ci-après les dessins d'une tôle du même genre, construite par *Delrée et Ophoven* (***), à Liège, dont la forme est intermédiaire entre les

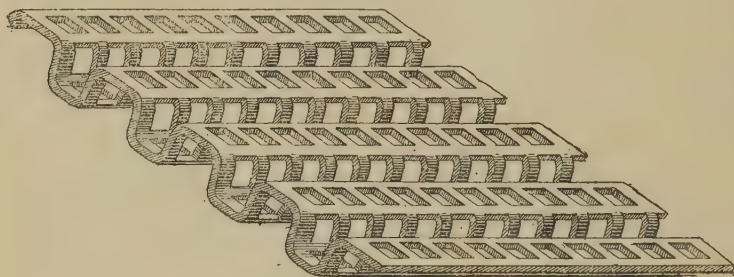
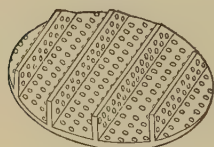


Fig. 63.

tôles ondulaires et celles à faitière. Les ouvertures sont rectangulaires (fig. 63).

Pour arriver au même but, c'est-à-dire empêcher l'obstruction des trous, d'autres constructeurs rivent sur la tôle plate du tamis de fortes tiges en fer rond parallèles entre elles, et d'un diamètre de 10 millimètres environ.



Eig 64.

B. Kodl (†) (*Radotin*) s'est fait breveter pour des tamis à nervures verticales, hautes d'environ 3 à 5 centimètres (fig. 64) et perforées de la même manière que les tamis, pour faciliter la circulation du jus.

(*) O. XXI, p. 623.

(**) B. Z. XII, p. 362.

(***) B. Z. VII, p. 441.

(†) N. Z. X, p. 33.

Plus tard, il a modifié (*) cette forme de diverses manières. Ainsi il découpait les tamis entre ses nervures dans la forme d'un demi-cercle, d'une ellipse, d'un carré ou d'un rectangle. D'un autre côté, il construisit des tamis, en rivant entre elles des tiges en fer angulaire (fig. 65), ou en les fixant de diverses autres manières. Les parties verticales peuvent être également perforées. On peut aussi river simplement des fers angulaires de distance en distance sur les tamis. Enfin, on peut construire des tamis avec des nervures en forme de U renversé et non perforées, qui sont fixées aux tamis par des boulons (fig. 66).



Fig. 65.

Neuman (**) (à *Peruc*) préfère construire les tamis en fils de fer entrelacés.

D'autres ont cherché à décharger les tamis de diffusion en déposant au-dessus d'eux, soit des barres ou des tubes de fer en croix (***) (comme *Naprazil*), soit des entonnoirs (comme *Pokorny* et *Bromowsky*), soit une grille en barres de fer, disposées à environ 2 centimètres au-dessus du tamis (comme *Mik*); cette grille peut tourner au moyen de charnières, quand on ouvre le couvercle inférieur.

La meilleure disposition de ce genre paraît être celle de **E. Skala et Raulich** (†) (à *Lundenburg*).

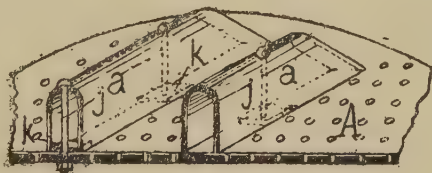


Fig. 66.

C'est une grille composée de fortes barres en fer distantes de 3 à 5 centimètres entre elles et du fond du diffuseur. Cette grille est fixée à une forte charnière, qui permet de faire monter ou descendre librement tout le système, quand le diffuseur a été déchargé. D'après l'inventeur et F. K., la circulation des jus se fait régulièrement à l'aide de cette disposition.

Nous trouvons enfin dans l'*Organe de Vienne* un long article assez embrouillé de C. Fröhlich (††) (à *Liban*), dans lequel celui-ci propose de placer à une certaine distance au-dessus du tamis une tôle à grandes ouvertures, dans le but de régulariser le travail. De plus, il donne une table basée sur des essais pratiques, qui indiquent les quantités d'eau en hectolitres qui passent dans une minute sur 0 à 9 diffuseurs pour deux pressions différentes, de 7^m26 et de 14^m38, ainsi que les diminutions du débit d'eau causées par les cossettes, qui opposent une résistance à la circulation de l'eau. Nous donnons ci-après un extrait de cette table, pour une pression de 7^m26.

(*) N. Z. XI, p. 91.

(**) O. XXI, p. 626.

(***) O. XXI, p. 623.

(†) B. Z. VIII, p. 51 et O. XXI, p. 632.

(††) O. XXI, p. 626.

Le débit d'eau sera dans ce cas par minute en hectolitres, quand le tuyau d'eau a un diamètre de :

	0 ^m ,092	0 ^m ,105	0 ^m ,131	0 ^m ,158
Pour 9 diffuseurs.	2,534	3,967	6,207	8,930
— 8 —	2,726	4,262	6,654	9,578
— 7 —	2,986	4,661	7,292	10,500
— 6 —	3,084	4,825	7,533	10,850
— 5 —	3,183	4,979	7,772	11,192
— 4 —	3,412	5,337	8,333	11,999
— 3 —	3,667	5,728	8,947	12,888
— 2 —	3,982	6,228	9,722	13,996
— 1 —	4,353	6,805	10,625	15,290
A la saturation	4,609	7,209	11,250	16,200
La diminution du débit d'eau sera. .	2,075	3,242	5,043	7,270

Pour une pression de 14^m38 et pour 9 diffuseurs, nous aurons :

Le débit d'eau.	3,701	5,875	9,183	—
La diminution du débit d'eau sera. .	5,933	8,207	12,827	—

F. APPAREILS DE SURETÉ.

Il arrive parfois que l'ouvrier chargé du jeu des soupapes de la diffusion néglige de fermer complètement la soupape de vidange du diffuseur, ce qui a naturellement pour conséquence des pertes de jus.

Fr. Rasmus (*) (*Magdebourg*) obvie à cet inconvénient d'une manière fort simple (fig. 67).

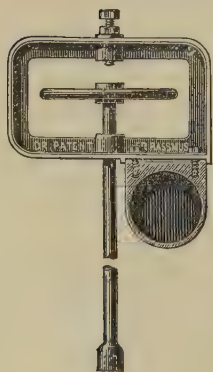


Fig. 67.

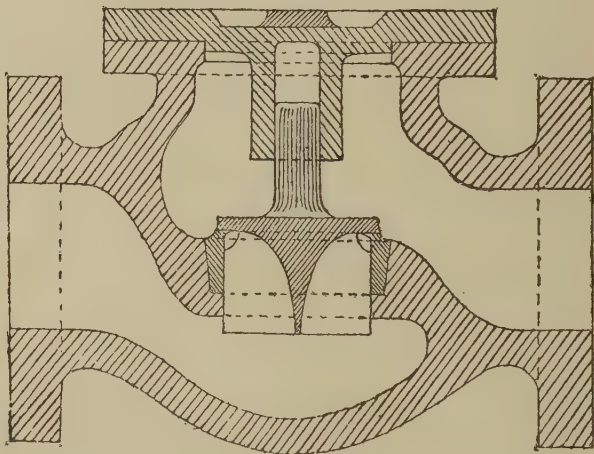


Fig. 68.

Il est supposé, comme cela a lieu ordinairement, que les tiges des soupapes de vidange se prolongent jusqu'à l'étage supérieur et qu'elles y sont maniées

(*) N. Z. X, p. 135.

toutes par un même petit volant. La partie supérieure de chaque tige passe dans un cadre qui est attaché solidement à une colonne ou à une autre pièce immobile. Les dimensions de ce cadre sont calculées de telle façon qu'il est impossible de retirer le volant de la tige avant que la soupape soit entièrement fermée. Pour arriver à ce but, la distance qui sépare la face supérieure du volant de la partie supérieure du cadre, au moment où la soupape de vidange est entièrement fermée, est presque égale à la hauteur du moyeu de ce volant.

Wagner et Janacek (*) ont pris un brevet en Autriche pour une simple soupape destinée à empêcher le jus qui, après la montée, remplit les tuyaux de sortie, de retourner dans les diffuseurs (fig. 68). Cette soupape n'offre rien de bien particulier.

G. APPAREILS DE CONTROLE.

Trois appareils ont été proposés, l'année passée, pour déterminer d'une manière continue la densité du jus dans les bacs mesureurs et pour régler, par suite, le travail de la diffusion.

Ch. Munnem (**) (*Cologne*) détermine la densité par un flotteur qui agit sur un levier *Z*. Un crayon *X*, fixé sur le levier, marque les densités sur un papier *P*, qui, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, se déroule régulièrement d'un tambour en s'enroulant sur un autre. Le papier passe ainsi d'une façon continue en dessous du crayon et les marques de ce dernier donneront des indications intéressantes sur la marche du travail (fig. 69 et 70).

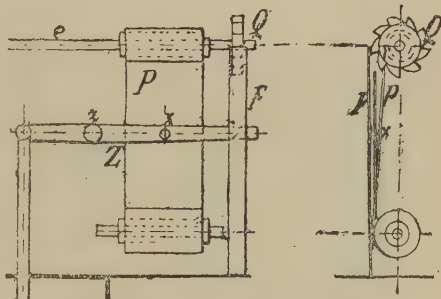


Fig. 69-70.

J. Gory (***) (*Berlin*) détermine la densité du jus par un aréomètre.

Puis, en partant du principe qu'il faut retirer d'autant plus de jus de la diffusion que la densité et la pureté du jus de betteraves sont plus grandes, il place deux échelles sur le bac mesureur, dont l'une est réglée selon les indications de l'aréomètre, et l'autre selon les quotients de pureté trouvés au laboratoire.

La quantité de jus à retirer de chaque diffuseur est déterminée par la comparaison de ces deux échelles.

Fr. Rassmus (†) a également inventé un appareil qui sert à contrôler la marche de la diffusion, aussi bien pendant la nuit que pendant le jour. Il consiste en ceci : dans le bac jaugeur qui suit la batterie de diffusion se meut,

(*) O. XXI, p. 778.

(**) N. Z. X, p. 200.

(***) O. XXI, p. 979.

(†) S. B. XII, p. 354.

dans un compartiment ménagé pour cela, un flotteur, dont le mouvement de montée et de descente est transmis à un crayon par une corde et des poulies. Le crayon dessine une image du mouvement du flotteur sur un tambour recouvert de papier quadrillé. Le tambour tourne au moyen d'un mouvement d'horlogerie. Il se forme un diagramme dont la lecture renseigne la personne intéressée sur la marche de la diffusion pendant toute la journée de 24 heures. Le diagramme montre toutes les irrégularités survenues à la marche de la diffusion et permet un contrôle parfait du maître diffuseur. Il paraît que cet appareil marche si bien que les ouvriers l'ont appelé « l'Espion ».

La collection des diagrammes de toute une campagne peut servir à expliquer bien des causes de mauvaise marche et de pertes pour le fabricant de sucre.

H. ÉVACUATION DES MOUSSES.

Reboux (*) a fait breveter une nouvelle installation pour l'évacuation des mousses des diffuseurs. Le système consiste à installer une tuyauterie circulaire avec robinets de communication à la partie supérieure de chaque diffuseur de la batterie, de

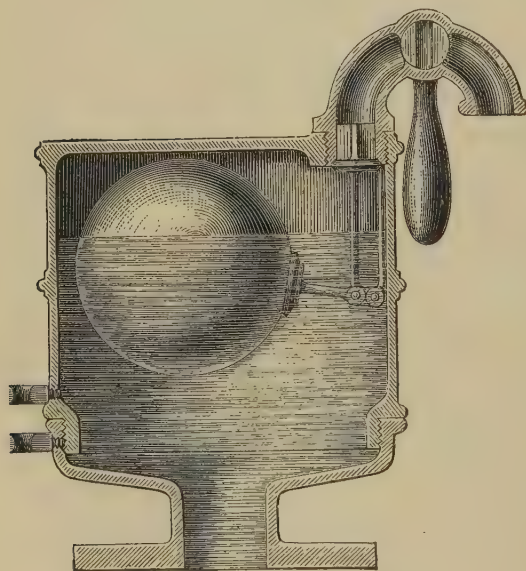


Fig. 71.

manière à pouvoir faire évacuer les gaz, mousses et jus entraînés dans le diffuseur en chargement, ce qui évite toute perte et tout transport manuel. Le renversement du courant dans la batterie s'opère plus facilement et plus rapidement qu'avec le robinet d'air ordinaire.

Toutefois, la nouvelle disposition reste inférieure au robinet automatique du même inventeur (fig. 71).

(L'évacuation automatique est exigée par le Gouvernement belge pour éviter les fraudes, mais elle doit être conseillée dans tous les cas comme garantie de régularité dans la circulation du jus. A. L. D.)

G. Lincke (**) (*Bernburg*) a également inventé un appareil destiné à évacuer les mousses des diffuseurs (fig. 72).

Il est composé d'un arbre vertical creux, perforé à sa partie supérieure. Un

(*) S. I. 21, n° 8.

(**) O. XX, p. 248.

petit flotteur peut glisser autour de cet arbre et dégage, dans sa position la plus basse, l'ouverture supérieure de l'arbre creux, de manière à donner passage aux mousses, qui de là sont enlevées d'une manière quelconque.

Quand les mousses sont éloignées, le liquide des diffuseurs fait monter le flotteur, et l'ouverture supérieure de l'arbre creux se ferme. Plus tard, quand les mousses se forment encore, le flotteur retombe de nouveau, les mousses peuvent s'échapper par l'ouverture dégagée, et le même jeu recommence.

L'appareil est placé soit dans le diffuseur même, soit, comme nous le voyons dans la figure, dans une petite caisse au-dessus du diffuseur. Un tamis placé entre les joints de cette caisse empêche les cossettes d'entrer dans la caisse.

Le brevet a été repris par *Fr. Rasmus (Magdebourg)*.

Rappelons encore l'appareil de **K.**

Leyser (*), destiné à remplir le même but. Il se compose d'un flotteur, à la partie supérieure duquel se trouve fixée une petite soupape, qui peut fermer l'ouverture d'un petit tuyau de sortie. Aussi longtemps qu'il y a des gaz dans le diffuseur, cette ouverture est libre et les gaz peuvent s'échapper. Mais aussitôt que le diffuseur est plein de liquide, le flotteur monte et la soupape ferme l'ouverture du petit tuyau de sortie.

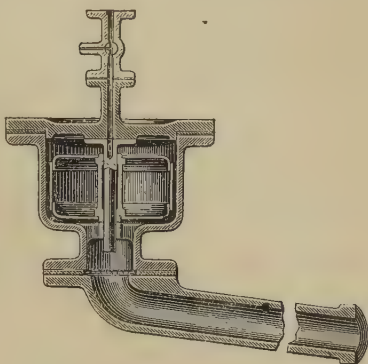


Fig. 72.

J. DÉTAILS DU TRAVAIL DE LA DIFFUSION.

Frass (**) (à *Chamraievka, en Russie*) a examiné la question de savoir si le chargement plus ou moins fort des diffuseurs pouvait avoir une influence sur l'épuisement des cossettes. Il opérait avec des diffuseurs, dont le volume était de 16,3 hectolitres, en introduisant successivement de 687 jusqu'à 819 kilogrammes de cossettes de diffusion. L'épuisement des cossettes restait à peu près le même dans tous les cas, d'où Frass a conclu qu'il est avantageux de bourrer les diffuseurs autant que possible. (Et les difficultés pour la circulation des jus ? F. S.)

A **Svessa** (***) (Russie), on a eu recours à l'emploi de l'acide phénique pour empêcher le développement trop abondant d'acide carbonique dans les diffuseurs. On versait dans les diffuseurs alternativement (c'est-à-dire en passant successivement un diffuseur) un 1/2 kilogramme d'acide phénique dilué dans 12 litres d'eau. On a eu recours tous les huit jours à ce moyen, en arrivant, paraît-il, à de bons résultats, malgré la qualité exceptionnellement mauvaise des betteraves, dont le quotient de pureté oscillait entre 52 et 75 (?).

(*) Z. 31, p. 131.

(**) Sapiski de Kieff XIII, p. 392.

(***) Sap. de K. XIII, p. 3.

Le **D^r Degener** (*) (Berlin) conseille l'emploi de l'acide sulfureux à la diffusion ; mais le **D^r Bodenbender** est d'un avis contraire.

K. PRESSES A COSSETTES.

Nous trouvons dans le *Journal de Bohême* le dessin d'une presse à hélice, construite par **E. Skoda** (**) (Pilsen), qui aurait déjà travaillé d'une manière satisfaisante dans plusieurs fabriques de l'Autriche et de la Russie.

Plus loin, nous trouvons encore le dessin d'une presse radiée (***) (Astral-Press), qu'on a employée dans la fabrique de *Horka* (Bohême).

Les cossettes sont pressées entre les dents de la presse, et l'eau exprimée s'écoule en partie par l'axe des cylindres tournants et en partie à travers un tamis placé au-dessous de la presse. Les cossettes sèches sont poussées par le mouvement des dents de la presse dans un large tuyau, qui les élève jusqu'au-dessus des wagons destinés à leur transport.

Une presse à hélice a été également construite par **W. Greiner** (†) (Berlin). Nous en donnons ci-contre une coupe verticale (fig. 73).

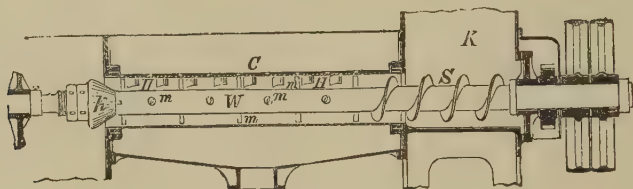


Fig. 73.

Cette presse, qui n'a que la hauteur d'une table ordinaire, est composée de trois cylindres en tôle perforée *C*, placés l'un près de l'autre (nous ne voyons dans notre dessin qu'un seul de ces cylindres), et d'une caisse commune *K*, placée devant ces cylindres, dans laquelle tombent les cossettes épuisées.

Les cylindres *C* et la caisse *K* sont traversés par les arbres tournants *W*, qui sont mis en mouvement par des poulies et des engrenages. Les arbres *W* portent à l'intérieur de la caisse *K* des hélices *S*, destinées à distribuer les cossettes uniformément aux cylindres *C*. On a disposé dans ces cylindres des chicaneaux *H* en fer (ayant la forme d'un *T* renversé), destinées à empêcher une rotation trop rapide des cossettes, ce qui occasionnerait une perte inutile de force et de temps. De l'autre côté, l'agglomération des cossettes, qui serait également nuisible, est empêché par les couteaux *M* disposés sur les arbres mêmes. Le débit des cylindres est réglé par les cônes *K*, qui peuvent fermer plus ou moins complètement les ouvertures dans lesquelles ils se trouvent placés.

(*) Z. 33, p. 635.

(**) B. Z. VII, p. 109.

(***) B. Z. VII, p. 270.

(†) N. Z. XI, p. 40.

L'eau de pression s'écoule dans une caisse couverte, qui entoure les cylindres, et de là dans le canal de vidange.

Adelheim (*) (à Stépanzy, en Russie) a également exposé à Moscou une presse pour les cossettes épuisées. C'est un tambour, cylindrique d'un côté et conique de l'autre. Cette dernière partie est munie d'un tamis. Dans la partie cylindrique se trouve une vis d'Archimède, qui pousse les cossettes dans la partie conique ; l'eau s'écoule par le tamis.

J. H. Reinhardt (**) (*Würzburg*) propose de déchirer les cossettes épuisées par une force mécanique avant de les presser. L'ouverture complète des cellules permet alors d'extraire jusqu'à 80 p. c. de l'eau qu'elles contiennent ; de sorte que les cossettes pressées dosent 30 à 40 p. c. de matières sèches. On peut même enlever encore le reste de l'eau à peu de frais, par une douce chaleur et une ventilation énergique.

La chaleur nécessaire peut être obtenue, soit par les vapeurs de retour des machines motrices, soit par les gaz de combustion qui passent des chaudières à vapeur aux cheminées.

(M. Reinhardt oublie, malheureusement, d'indiquer une installation pratique pour atteindre ce but. F. S.)

Les cossettes sèches, que l'on a appelées aussi *foin de cossettes*, constitueront un aliment des plus précieux et seront notablement supérieures aux cossettes pressées et ensilées.

Le professeur **Märcker** (***) a fait des essais à Körbisdorf, desquels il paraît résulter que les pulpes, loin de devenir plus sèches par l'ensilotage, y perdent, au contraire, par suite des fermentations lactique et butyrique, une partie notable des substances nutritives qu'elles contiennent. Déjà après cinq mois de conservation, on constatait une perte de 36 p. c. en matières sèches, et cette perte était encore supérieure de 15 à 20 p. c. quand on avait mélangé préalablement les cossettes avec de la balle de blé, de la paille hachée, etc. (Observons, à cette occasion, que ces mêmes pertes ont été constatées pour les pulpes des presses hydrauliques, pour la luzerne et à un degré moindre pour les grains de blé et le foin.)

De plus, **Märcker** a constaté que l'eau des cossettes diminue notablement sa valeur comme nourriture. La moitié seule des matières extractives non azotées, renfermées dans les cossettes pressées, est utilisée par l'animal. L'autre moitié est uniquement employée par l'animal pour évacuer l'excès d'eau apportée par les cossettes.

Pour dessécher des cossettes contenant 10 p. c. de substances sèches de façon qu'elles n'en contiennent plus que 10 p. c., il faut évaporer 88,9 p. c. d'eau, laquelle opération exige environ $\frac{88,9}{9} = 14,8$ kilogrammes de houille ordinaire. D'un autre côté, on gagne 30 p. c. du poids des cossettes, qui sans cela seraient perdus par l'ensilage, de sorte que ce boni et cette perte se balancent à peu près. Les seules dépenses qu'il faudrait donc compter seraient

(*) Sapiski de Kieff XIII, p. 265.

(**) D. Z. I. IX, n° 4.

(***) S. B. XI, p. 463 et O. XXI, p. 551.

l'amortissement et l'intérêt sur les frais d'installation du procédé de séchage, ainsi que la main-d'œuvre, etc. Mais on jouira alors de l'avantage d'avoir produit un aliment d'une très grande valeur.

On voit donc qu'il serait très important de pouvoir trouver un procédé pratique pour sécher les cossettes de diffusion.

Le *D^r Märcker* a fait lui-même l'essai de sécher 100,000 kilogrammes de pulpes dans un séchoir à chicorée, puis, au moyen d'une presse, il en a fait des briquettes, cette forme étant la plus convenable pour le transport. Cependant ce travail ne paraît pas avoir donné des bénéfices (*), sans doute à cause des défauts pratiques de l'installation.

Un appareil pour sécher la tourbe ou les cossettes de diffusion a été inventé par *G. Rothbarth* (**) (*Selwig et Långe, à Brunswick*).

Les cossettes tombent sur une chaîne sans fin horizontale et y sont exposées à un courant d'air chaud. Elles sont chauffées en même temps par un système de tuyaux dans lesquels circule de l'air chaud, des vapeurs de retour, des vapeurs réchauffées ou de l'eau chaude.

L'air chargé d'humidité est aspiré à la partie inférieure de l'appareil et les cossettes sèches sont enlevées par une hélice.

L'Association générale des fabricants de sucre allemands a cru cette question assez importante pour la mettre au concours (***), en offrant un prix de 15,000 marks à celui qui en trouvera la meilleure solution pratique.

Voici les principales conditions de ce concours :

1° Les résidus séchés ne doivent contenir que 14 p. c. d'eau au plus, ce qui correspond à l'humidité du bon foin sec ;

2° Les résidus doivent constituer un bon aliment, c'est-à-dire qu'ils ne doivent être ni brûlés, ni avoir une odeur désagréable, ni être mélangés à des substances étrangères ;

3° La manipulation et le contrôle du procédé doivent être simples, et l'installation ne doit ni gêner le travail des betteraves ni exiger des conditions d'emplacement trop exagérées ;

4° La perte en substances alimentaires ne doit pas dépasser 8 p. c. des matières sèches ;

5° Pour des cossettes dosant 10 p. c. de matières sèches, les frais du procédé, y compris les frais d'entretien et d'amortissement, ne doivent pas dépasser 20 pfennig par quintal (soit 49 centimes par 100 kilogrammes), en comptant pour la main-d'œuvre, les matériaux employés, etc., les prix moyens ;

6° Les systèmes proposés au concours doivent avoir été essayés en pratique sur une grande échelle, de manière à ne laisser aucun doute sur la quantité de travail fournie, sur la qualité des cossettes séchées et sur les frais ;

7° Les manuscrits, accompagnés de dessins, doivent être écrits en langue allemande et être envoyés, avant le 15 novembre 1885, au président de l'Association (†). Ils doivent contenir le nom d'une fabrique dans laquelle les

(*) Z. 33, p. 659.

(**) N. Z. XI., p. 23.

(***) D. Z. I. IX, n° 15.

(†) Geh. Rath. Kieschke, *Berlin W.*, Maassenstrasse, 49.

membres de la commission nommée à cet effet pourront examiner le travail depuis le 1^{er} jusqu'au 24 décembre 1885 ;

8° Sont exclus du concours les travaux purement théoriques, qui n'ont pas été appliqués en pratique sur une grande échelle, et de même les procédés connus jusqu'à la date de la mise au concours ;

9° Les manuscrits peuvent être ou bien signés directement par les inventeurs, ou bien ils peuvent porter une devise répétée sur une enveloppe cachetée contenant le nom de l'inventeur. L'enveloppe ne sera alors ouverte que lors de l'adjudication du prix.

L. DIFFUSEUR CONTINU.

J. Rousseau (*), au nom d'une commission de la Société industrielle d'Amiens, donne la description du diffuseur continu de **Charles et Perret** (fig. 74).

L'appareil se compose d'un bac en tôle semi-cylindrique, posé horizontalement sur des supports qui s'élèvent un peu au-dessus du sol. Dans ce bac se meut un cylindre en tôle perforée de 1^m30 de diamètre et 11^m20 de longueur. L'axe de ce cylindre est formé par un autre cylindre plus petit, également en tôle perforée. Entre ces deux cylindres est fixée une hélice dont le pas mesure 0^m70. Le bac fixe porte une transmission qui donne le mouvement au cylindre intérieur au moyen de deux couronnes dentées fixées à ce cylindre et actionnées par des engrenages et une vis sans fin. La vitesse de rotation du cylindre est calculée pour que la cossette mette environ 45 minutes pour parcourir toute la longueur de l'hélice.

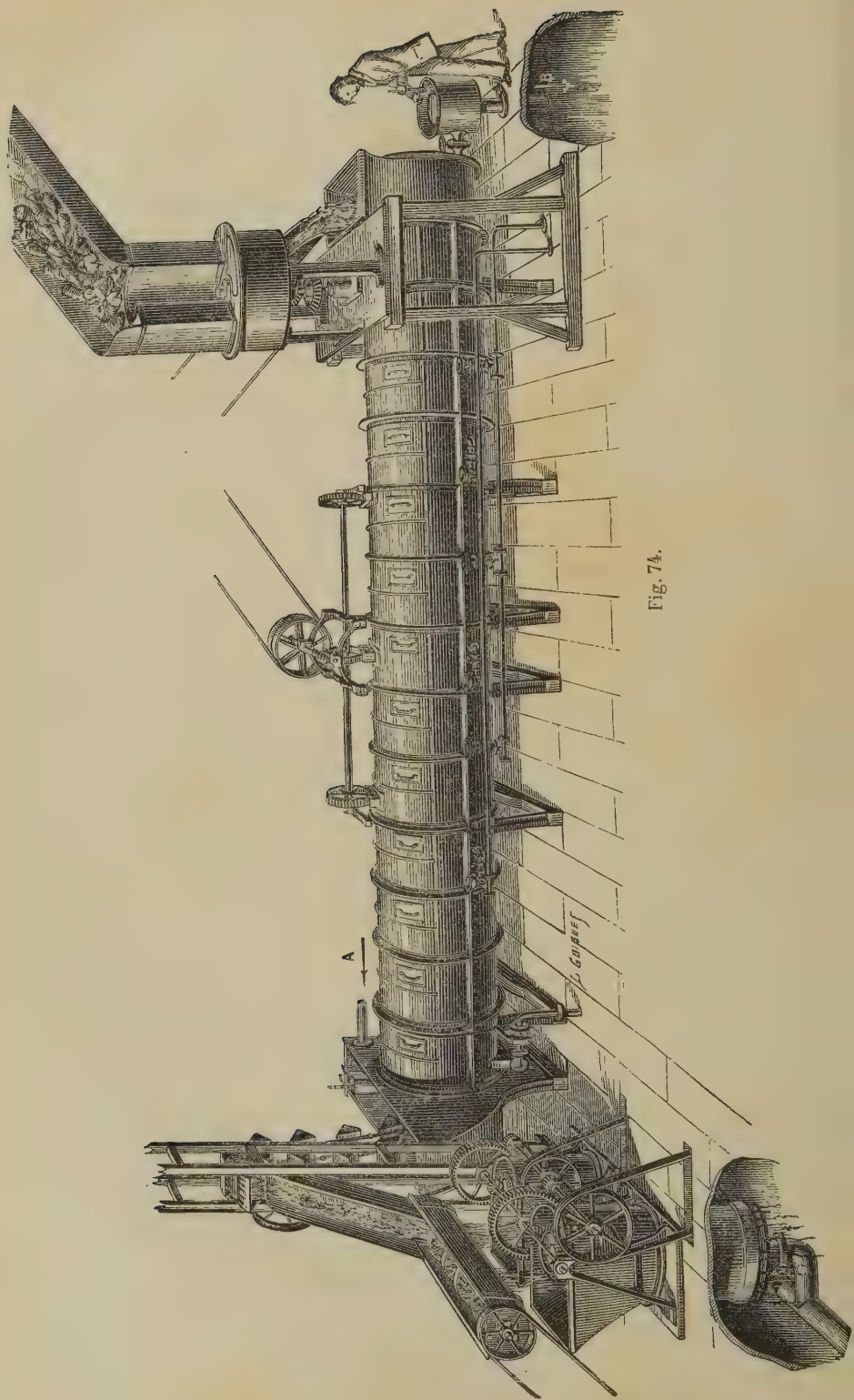
Pendant ce parcours, les cossettes sont plongées dans l'eau qui est introduite du côté où elles sortent de l'hélice par un robinet muni d'un flotteur automatique qui la maintient à un niveau déterminé. Cette eau se charge de plus en plus des principes sucrés jusqu'au moment où elle est extraite par le robinet placé du côté de l'entrée des cossettes. Par cette disposition, l'eau et les cossettes suivent une marche opposée, et les jus, de plus en plus concentrés, rencontrent aussi des cossettes de plus en plus riches.

L'eau arrive à une température de 30° environ. Elle est chauffée dans son parcours par des serpentins placés entre le bac fixe et le cylindre mobile ; elle acquiert progressivement de 75 à 80°c, pour redescendre ensuite à 50 ou 60°c à la sortie.

Trois éprouvettes, placées de distance en distance, permettent de constater la température et la densité du jus.

Pour faire circuler convenablement l'eau à travers les cossettes et empêcher qu'il ne se produise des courants en dehors de l'intérieur du tambour mobile, on a placé des garnitures de caoutchouc de distance en distance sur le cylindre, de manière à former autant de cases où l'eau ne peut circuler. Des bandes de fer placées en hélices contredites sur le cylindre obligent l'eau à rentrer à l'intérieur et à traverser de nouveau les cossettes. Les trous qui perforent l'appareil ont 4 millimètres de diamètre ; l'hélice est percée de trous de 9 millimètres pour faciliter la circulation de l'eau.

(*) S. I., 24, n° 4.



Les débris de cossettes qui peuvent s'échapper à travers les trous de la tôle se déposent dans le fond du bac. Ces dépôts sont balayés et rassemblés par le mouvement des hélices extérieures, puis, quatre fois par 24 heures, extravasés par des robinets de purge.

En réglant le débit du coupe-racines ; la drague qui enlève les cossettes épuisées ; la vitesse de rotation du cylindre intérieur ; l'introduction de la vapeur, la sortie des jus qui règle l'arrivée de l'eau, il suffit alors de noter les observations et modifier la température suivant la richesse de la betterave. L'installation complète pour 10,000,000 de betteraves coûte 40,000 francs. L'appareil d'extraction occupe un espace de 7 mètres sur 14.

La pulpe est un peu plus grise que par la diffusion en vase clos, par suite de l'oxydation de l'air.

La cossette est épuisée de 0,3 à 0,5 ; l'appareil débite 2,000 hectolitres de jus par 24 heures à une densité de 3,7 à 4°. (Ceci n'est pas absolument prouvé.

A. L. D.)

Un homme et un gamin suffisent à tout conduire.

La fabrique de construction *Hohenzollern* (*), à *Düsseldorf*, donne aussi le dessin d'un diffuseur à un corps du système Perret.

M. SUR LA NATURE DES GAZ DANS LA DIFFUSION.

E. Chevrone (**) (à *Gembloux, Belgique*) a effectué quelques expériences sur la « nature inflammable des gaz dégagés dans la diffusion des betteraves, » desquelles il résulte :

- 1° Que les gaz doivent leur inflammabilité à la présence de l'hydrogène ;
- 2° Que la lueur bleue de la flamme produite est due à la présence de l'acide carbonique ;
- 3° Que cette production d'hydrogène ne résulte pas de l'altération de la betterave pendant sa conservation en tas, provoquant peut-être une fermentation butyrique, ni même d'une fermentation butyrique commencée dans le diffuseur ;
- 4° Que la vraie cause du dégagement de l'hydrogène doit être attribuée à l'attaque de la tôle du diffuseur par les acides du jus.

L'auteur a remarqué dans ses expériences que l'hydrogène se manifeste seulement environ 20' après le chargement du diffuseur. La quantité dégagée est trop minime pour inquiéter le fabricant au sujet de la sécurité. L'attaque de la tôle des diffuseurs est à observer, et il sera nécessaire de l'atténuer dans une certaine mesure en recouvrant l'intérieur des vases, avant chaque campagne, de plusieurs couches de couleur à l'huile de lin.

Lors des expériences, la betterave travaillée était un peu atteinte par l'échauffement et la gelée. La réaction du jus produit était acide.

P. P. Dehérain (***) attribue la production de l'hydrogène à une autre cause, produisant des effets plus graves pour le fabricant de sucre.

(*) Z. 33, p. 689.

(**) S. B., T. 11, n° 20.

(***) B. A. d. C., 2, n° 2.

Il relate que MM. Millat et Maquenne, en recherchant les causes d'une perte anormale de 1 p. c. de sucre pendant la diffusion, remarquèrent la présence d'un mélange détonnant dans les diffuseurs. Le jus était fortement acide et on y constata la présence des acides acétique et butyrique et d'un peu d'éther butyrique.

Dehérain et Maquenne (*), en recherchant les causes de la réduction des nitrates dans la terre arable, y ont découvert un ferment capable de provoquer la fermentation butyrique du sucre, avec émission d'hydrogène.

En ajoutant à une dissolution de sucre du carbonate de chaux et de la terre et en maintenant le mélange à 35° ou 40°, la fermentation se déclare avec une extrême énergie, faisant déborder les liquides; il se dégage CO_2 et H : les liquides renferment de l'acide acétique et de l'acide butyrique et une faible proportion d'acide propionique, ainsi que divers alcools en petite quantité; la somme des acides fournis représente environ la moitié du sucre employé.

Partant de cette expérience et des faits constatés, l'auteur attribue la production de l'hydrogène à une fermentation produite par l'introduction de terre dans les diffuseurs, et provoquant une destruction du sucre. Il conseille donc fortement le lavage parfait des racines. Au moment des expériences, une partie des racines étaient gelées.

C. Scheibler (**) rappelle qu'il a expliqué la formation de l'hydrogène par la fermentation visqueuse ou la fermentation lactique, dans laquelle le sucre se transforme en mannite. Au début de cette fermentation, il se dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène, celui-ci en abondance, jusque 15 p. c. en volume. A la fin, il ne se dégage plus que de l'acide carbonique. Le sucre se transforme en sucre inverti, l'hydrogène naissant agit sur la lévulose et il se forme de la mannite. Selon Scheibler, le ferment ne pourrait se produire que pendant la diffusion des betteraves dégelées. Avec des betteraves normales et saines, la fermentation visqueuse ne serait pas possible et les gaz inflammables ne devraient pas se produire.

(Il est possible que, dans certains cas, la fermentation visqueuse explique suffisamment la formation de l'hydrogène, mais les expériences de *L. Chevron* nous paraissent tellement simples et tellement concluantes que nous nous rallions plutôt à sa manière de voir, c'est-à-dire l'attaque de la tôle par les acides du jus. *C. Scheibler* a-t-il expérimenté la formation de l'hydrogène par fermentation visqueuse dans des vases inattaquables aux acides, ainsi que l'a fait *L. Chevron*? Sinon ses conclusions sont fort discutables. — A. L. D.).

N. MACÉRATEURS.

A. Klewitz (à *Riégitsa, Orel en Russie*) a inventé un nouveau système de diffusion, ou plutôt de macération, qui, d'après lui, aurait l'avantage de produire des jus beaucoup plus concentrés que dans le système ordinaire (fig. 75).

(*) *Annales agronomiques*, T. 9 et 10.

(**) *J. d. F. S.*, 24, n° 31.

(***) *N. Z. X.*, p. 209.

Les diffuseurs sont remplacés par de grands vases assez élevés (généralement à base carrée) qui peuvent tourner autour d'un axe creux. Cet axe contient, d'un côté, le tuyau pour l'entrée de l'eau ou du jus qui passe par le canal *n* à l'une des extrémités du macérateur, et, de l'autre côté, le tuyau de sortie, dans lequel le jus arrive par le canal *o* de l'autre extrémité du macérateur.

Le macérateur est divisé en un grand nombre de compartiments par les tamis *bbb* qui reposent sur les nervures *aaaa*. Tout le côté antérieur est remplacé par un couvercle.

La betterave à macérer est divisée à l'état de pulpe ou de n'importe quelle autre façon. Pour remplir le macérateur, on lui donne une position horizontale, on enlève le couvercle et l'on remplit les intervalles des tamis de la pulpe de betteraves; puis on ferme le couvercle et on remet le macérateur dans une position verticale. On fait alors entrer dans le macérateur de l'eau qui a été chauffée préalablement par un injecteur. On obtient 48 à 50 p. c. de jus correspondant au jus normal dilué avec 4 à 5 p. c. d'eau. — Le deuxième macérateur donnera 70 à 75 p. c. de jus, et le troisième, tout le jus normal de la betterave, dilué avec 5 à 6 p. c. d'eau.

Klewitz a proposé encore plusieurs autres modifications de son appareil, par exemple que les macérateurs tourneraient autour de leur plus long axe, ou qu'ils seraient entièrement fixes.

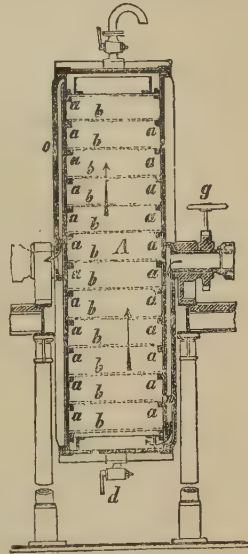


Fig. 75.

Lalande (*), fabricant de sucre, à la Neuville-Roy (Oise, France), a imaginé une nouvelle méthode pour l'extraction du sucre de la betterave.

Le procédé consiste à charger un vase dit *macérateur-filtre* avec de la pulpe sortant de la râpe, qui joue le rôle de matelas filtrant; on fait passer les petits jus à travers ce matelas filtrant et ils s'y enrichissent et se dépouillent en même temps de leurs pulpes folles. Quand la pulpe est presque épuisée, on en termine la macération en jetant dessus une certaine quantité d'eau qu'on laisse en contact pendant quelques minutes. Ce magma est ensuite porté aux presses continues ou autres pour en exprimer le liquide ou petit jus qui sera introduit dans le *macérateur-filtre* suivant, également chargé de pulpe à épuiser.

Le travail s'effectue d'une manière continue et méthodique.

En pratique, ce nouveau procédé offrirait les avantages suivants :

- 1° Jus purs, clairs, denses, se travaillant parfaitement et donnant un plus fort rendement en sucre;
- 2° Suppression des dépulpeurs et de plus de la moitié des presses;
- 3° Pulpe saine, nourrissante (!!);
- 4° Dépense minime d'installation et possibilité d'utiliser les diffuseurs ordinaires si l'on est monté avec la diffusion !!!!!

(*) S. I., 23, n° 11.

(L'auteur a des visées un peu trop enthousiastes, nous semble-t-il. A. L. D.)

Une batterie de macérateurs-filtres a marché pendant toute la campagne 1883-1884 chez l'inventeur.

Brabant frères (*) (à Onnaing, France) emploient, conjointement avec les presses continues, le *malaxeur-extracteur* de jus de **Cuvelier** (fig. 76). Cet

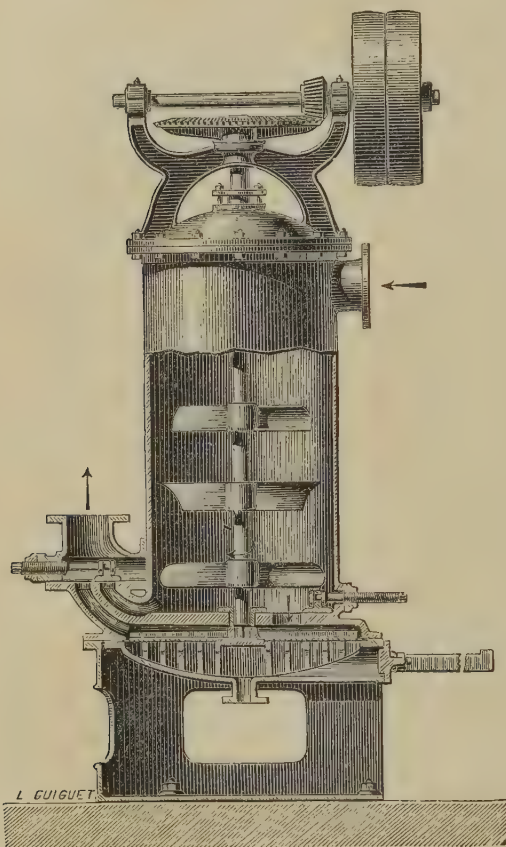


Fig. 76.

appareil se compose de deux tubes verticaux, montés sur une caisse en fonte dont le fond est recouvert de deux disques perforés. Un arbre vertical à palettes tourne dans chacun des tubes et passe dans un trou ménagé au centre de chacun des disques perforés, pour venir à la partie supérieure de l'appareil et y recevoir la commande. La pulpe introduite par le haut dans un des tubes est poussée vers le bas contre le disque filtrant par un jeu de palettes calées sur l'arbre. Au bas de l'arbre se trouve une caisse qui nettoie constamment la surface filtrante, sur laquelle elle appuie et pousse la pulpe vers le disque formant le fond du deuxième tube où elle continue à s'essorer.

La partie inférieure de ce tube reçoit de l'eau ou du petit jus pour remplacer le jus fort qui a été extrait au travers des disques perforés, à l'aide d'une pompe faisant le vide dans une capacité ménagée au-dessous d'eau.

Les palettes de l'arbre vertical de ce deuxième tube sont disposées de telle façon que la pulpe est véritablement malaxée et pétrie tout en accomplissant son trajet de bas en haut, jusqu'à la partie supérieure du tube.

Les résultats sont, paraît-il, excellents. — Constructeur : *Dujardin*, à Lille.

(*) J. d. F. S., 24, n° 52.

O. PRESSES HYDRAULIQUES ET PRESSES CONTINUES.

E. Durin a publié (*) une étude *trop* complète sur les lames de râpe imaginées par *Wackernie*. Nous en donnons ci-après le résumé et les conclusions :

La disposition toute nouvelle et si ingénieuse des lames *Wackernie* présente les avantages suivants :

1° Solidité extrême et régularité de la garniture du tambour, permettant le rapprochement maximum des contre-lames et réduisant dans une grande mesure le nombre et l'épaisseur des semelles ;

2° Homogénéité plus grande du pressin ;

3° Absence de pulpes folles par suite de la texture lamellée du pressin ; diminution de la quantité finale de pulpe, filtration plus facile du jus par les surfaces filtrantes des presses et par suite augmentation du débit de ces presses ;

4° Macération plus rapide des pulpes entre les deux pressions et épuisement plus complet du sucre qu'elles contiennent encore ;

5° Jus moins mousseux et moins émulsionné ;

6° Elle se prête également au travail par presses hydrauliques et par presses continues ; peut-être feront-elles faire un pas à la diffusion du pressin, remplaçant la diffusion des cossettes par coupe-racines, opération très séduisante au premier abord, mais qui présente encore des difficultés pratiques sérieuses.

(Qu'y a-t-il de si séduisant dans la diffusion du pressin ? Ce ne serait plus alors de la diffusion, mais bien de la macération. La possibilité de diffuser des lamelles quatre ou cinq fois plus grosses que les lamelles ordinaires, voilà ce qu'il faudrait désirer. A. L. D.)

L. Detape (*fabricant de sucre, à Pont-Rouge, Margival, Aisne, France*) a imaginé un nouveau système de lames de râpe qu'il a dénommées hélicoïdales.

Un tambour armé de lames *Detape* présente une série d'hélices à grands pas, formées par les dents et séparées entre elles par de larges ruisseaux. En principe, la caractéristique du système consiste en un jeu de quatre lames qui, tournées et retournées autour de leurs deux axes, prennent dans ce jeu leurs quatre positions respectives, de façon que leur projection sur un plan latéral donnent une simple génératrice.

Par construction, les dents à la base sont trois fois aussi larges qu'au sommet. L'épaisseur des lames est de 1^{mm}5. Les avantages du système seraient les suivants : diminution de forcemotrice ; dégagement facile et rapide du pressin, qui n'est pas repris et pétri par les dents suivantes ; râpures fibreuses, conservant ce caractère après le malaxage et la deuxième pression ; suppression partielle de la pulpe folle ; feutrage de la pulpe sous pression, d'où son épuisement plus facile ; longue durée des lames ; réparations faciles à la lime et au marteau.

Arm. Le Docte (***) signale le système très simple de dépulpeur appliqué à la sucrerie de **Fleurus**, qui consiste à faire couler sans pression le jus à travers

(*) S. I., 21, n° 4.

(**) J. d. F. S., 24, n° 14.

(***) S. B., 12, n° 6.

des sacs en laine convenablement disposés. L'arrivée des jus s'effectue par ascension au lieu de simple écoulement, ce qui supprime complètement les mousses. Au sortir des presses, le jus est d'abord aspiré dans un réservoir dans lequel on fait le vide à l'aide d'une petite pompe qui y est adaptée. Le réservoir étant plein, le liquide monte alors dans les sacs filtrants disposés dans une nochière et fixés sur des tubulures verticales au moyen d'attaches dont le fonctionnement est instantané; ce dépulpeur est signalé surtout pour sa simplicité et son installation peu coûteuse, mais ses effets, quoique bons, ne doivent pas atteindre ceux des appareils que l'on applique actuellement au dépulpage.

Dantu, Dambricourt et Barbion, à Steene (Nord, France), proposent un appareil pour séparer et traiter les morceaux et semelles de betteraves contenues dans la pulpe. A cet effet, ils la reçoivent à l'extrémité d'un tamis muni de chicanes et animé d'un mouvement rapide de va-et-vient; la séparation se fait sous l'action combinée des secousses et d'une pluie d'eau ou de tout autre liquide approprié; la pulpe tamisée tombe en neige sous l'appareil et son état d'extrême division la rend très propre à subir l'action du délayage qui précède la pression. Les morceaux sont recueillis nets de pulpe à l'extrémité du tamis pour être soumis, en vue de leur épuisement, à une désagrégation mécanique après laquelle ils sont dirigés en pulpe dans le bac de la râpe.

La richesse en sucre de la pulpe par ce fait de la séparation est réduite de 1/2 p. c.

L'installation est peu coûteuse et très simple.

En admettant par 100 kilog. de pulpe, 10 kilog. de morceaux et semelles contenant 6 à 7 p. c. de sucre, représentant de la betterave à 4° de densité rendue à pied d'œuvre, lavée et nette de toute tare, valant ainsi 15 francs les 1,000 kilog., le fabricant perd généralement 37 à 50 francs par million de betteraves en produisant 25 p. c. de pulpe.

H. Pellet ()** signale le bon épuisement des pulpes obtenu par la presse Piéron avec emploi de chaux.

Lorsqu'on ajoute de la chaux aux pulpes de presse, on observe :

- 1° Que le désucrage de la pulpe est complet ;
- 2° Que le jus brut est sensiblement plus pur que le jus obtenu du pressin non chaulé et qu'il ne renferme plus de pulpe folle ;
- 3° Que la pression s'effectue plus facilement ;
- 4° Que la pulpe pressée est plus chargée de principes azotés nutritifs et contient une petite proportion de chaux qui ne peut être qu'utile à l'alimentation des animaux.

Il y a longtemps déjà, Champonnois conseillait déjà *une très légère quantité de chaux aux pulpes des tamis* pour en faciliter la pression dans une presse spéciale.

Piéron a récemment reconnu que l'addition de la chaux pouvait avoir lieu dès le commencement du râpage dans une proportion assez variable qui peut atteindre *en chaux réelle 0.15 à 0.25 p. c. du poids de la betterave*.

(*) S. I., 21, n° 4.

(**) S. I., 21, n° 10.

Le jus est alors constamment alcalin ; la pulpe devient verdâtre mais plus nutritive, l'alcalinité y ayant fixé une plus grande quantité d'éléments azotés. Après quelques heures, la coloration et l'alcalinité disparaissent.

Une partie de la chaux reste dans la pulpe, environ 0.05 à 0.1 p. c. de pulpe et sans inconvénients pour la santé des animaux, puisque cette chaux étant combinée aux diverses matières organiques, ne reste pas alcaline, et qu'elle existe dans la pulpe en proportion moindre que dans certains fourrages naturels, les éléments étant rapportés à la matière sèche.

Les expériences mentionnées par H. Pellet confirment les observations de Piéron sur la *propriété que possède la chaux de faciliter le désucrage des pulpes ou d'augmenter la vitesse de la diffusion du sucre.*

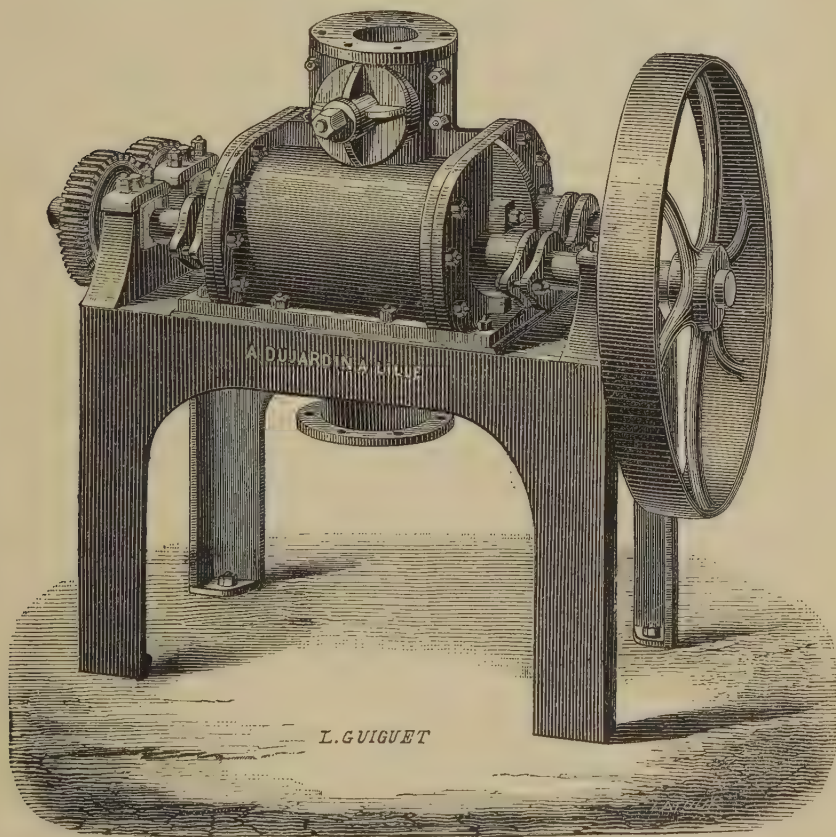


Fig. 77.

A. Vivien décrit deux appareils imaginés par A. Dujardin, constructeur à Lille, et applicables aux installations des presses continues.

L'un dénommé *boîte de sûreté*, et placé à l'ouverture du tuyau d'aspiration de la pompe chargée d'envoyer la pulpe aux presses, comporte une grille en

(*) S. I., 21, n° 2.

bronze qui retient tous les corps d'un volume suffisant pour détériorer les presses ; un couteau hélicoïdal en bronze nettoie la grille d'un mouvement lent et continu en cisailant les semelles ou morceaux de betteraves obstruant les lumières. Par cette disposition, le rendement de la pompe n'est plus diminué.

Le second appareil, plus nouveau, est un lamineur qui remplace la boîte de sûreté précédente, écrase les semelles et morceaux de betteraves non râpés et réduit en poussière les petits graviers se trouvant dans le pressin. Il se compose d'une table à 4 coussinets portant deux cylindres en fonte dure de 0,30 diamètre, d'une longueur proportionnée au débit désiré ; ces deux cylindres sont enfermés dans une bache fermée de 4 panneaux qui présentent une tubulure d'entrée au-dessus d'eux et une sortie au-dessous. Les arbres des cylindres passent dans des calfats montés sur les panneaux de la bache ; l'un d'eux porte la poulie qui reçoit le mouvement par courroie ; du côté opposé à cette poulie, les arbres reçoivent chacun un engrenage. Les cylindres tournent à une vitesse de 40 à 45 tours par minute l'un et l'autre, ou avec une vitesse différentielle si l'on veut obtenir déchirement en même temps que broyage.

Le pressin foulé par la pompe entre dans la bache par la tubulure supérieure et passe dans l'espace de 0^m001 environ qui sépare les deux cylindres à leurs génératrices de contact ; le pressin sort de l'appareil par la tubulure inférieure reliée au tuyautage des presses. Si un boulon ou autre corps très résistant entre dans l'appareil, il enraye le mouvement des cylindres, et on le retire par un regard sans arrêter les presses, en fermant une vanne placée entre elles et le broyeur (fig. 77).

Les boîtes à calfats permettent de tourner tous les ans, si cela est nécessaire, les rouleaux pour les rendre bien cylindriques ; on pourra ainsi enlever 0,005 d'épaisseur.

Boury et Provins appliquent un nouveau système d'extraction du jus qui consiste à :

1° Ouvrir par l'action de la chaleur toutes les cellules non atteintes et non déchirées par la râpe ;

2° Tuer les ferments qui sont détruits par la chaleur pour éviter toute altération du jus ;

3° Coaguler les matières albuminoïdes qui sont alors retenues dans la pulpe au lieu de passer dans les jus ;

5° Enrichir la pulpe en principes nutritifs ;

6° Augmenter le rendement en sucre.

Ces faits découlent d'expériences pratiques et analytiques qui ont mis en lumière les points suivants :

Un jus chauffé à 80° c. pendant 5 minutes augmente de 2 degrés de pureté environ ;

En chauffant un jus de 95 à 100° c. et filtrant, on constate la précipitation de 10 à 15 grammes de matières organiques par litre ;

En chauffant le pressin à 80° c., la pureté du jus extrait augmente de 1.50 environ et le coefficient salin de 0.25 ;

Les matières coagulées sont retenues lors de la pression par la pulpe for-

(*) S. I., 23, n° 9.

mant matelas filtrant, le jus est débarrassé de l'air, est moins mousseux et presque transparent ;

Le chauffage, en détruisant les ferments, permet de conserver le jus pendant plusieurs jours sans altération ;

La pulpe obtenue par le travail à chaud comparativement au travail à froid possède une valeur nutritive plus élevée de 8 fr. aux 1,000 kilogrammes déduite des analyses.

Si par une simple pression en presses continues, le travail à froid donne 28 p. c. de pulpes avec une perte en sucre de 1.40 p. c. de betteraves, le travail à chaud dans les mêmes conditions produit 16 p. c. de pulpe avec une perte totale de 0.86 p. c. betteraves.

Avec la double pression, la perte en sucre dans ce dernier cas serait inférieure à 0.50.

Après le chauffage et la pression, les morceaux, semelles, etc. sont épuisés au même point que la pulpe bien divisée, et le microscope montre que toutes les cellules ont été ouvertes et déchirées par l'action de la chaleur.

La masse cuite provenant du travail à chaud a montré sur le travail à froid une augmentation de 2 p. c. dans la pureté et de 1.1 dans le quotient salin.

Pour éviter certains inconvénients du chauffage à 80°, tels que buée intense, dilatation exagérée des organes des presses, ramollissement des joints et cylindres presseurs en caoutchouc dans les presses, etc., on peut refroidir le pressin immédiatement après la chauffe, l'effet produit par le chauffage étant presque immédiat.

La marche du travail doit être celle-ci : chauffer le pressin ; retirer immédiatement par égouttage ou succion un 1^{er} jus très dense ; ajouter des petits jus sur le pressin égoutté ; ajouter pour finir de l'eau froide sur la pulpe sortant des presses de 1^{re} pression.

P. PROCÉDÉS PAR LES FILTRE-PRESSES.

La Société anonyme des anciens établissements **Cail (*)** à **Paris** vient enfin de combiner un nouveau procédé pour l'extraction du jus de la râpüre de betteraves. Voici en quoi il consiste :

On râpe la betterave comme à l'ordinaire et on envoie la râpüre au moyen d'une pompe, sous une pression de 1 1/2 à 2 atmosphères, dans un des éléments d'une batterie de filtres-presses (6 par exemple), dits à lavage absolu. On recueille d'abord ainsi 60 p. c. de jus. Le tourteau qui reste et qui représente 40 p. c. du poids du pressin est ensuite épuisé méthodiquement par l'eau froide. A cet effet, les filtres-presses sont montés en communication l'un avec l'autre comme une batterie de diffuseurs.

On fait passer sur le filtre-presse qui renferme la pulpe fraîche dont on vient d'extraire 60 p. c. de jus pur, le jus qui a déjà servi au lavage dans les cinq appareils précédents et qui s'est enrichi naturellement au contact de la pulpe de plus en plus riche.

Lorsque les 40 p. c. de pulpe sont épuisés à 1 p. c. de leur poids en sucre, soit 0.36 p. c. de betteraves environ, on arrête le lavage et on vide le filtre-presse

(*) S. I., 23, n° 16.

le plus épuisé, celui qui recevait l'eau pure. La pulpe de vidange est alors pressée dans un système quelconque de presses.

Le désucrage à l'eau froide dure environ une heure. Le petit jus qui s'écoule des presses peut être employé à former le lait de chaux. (On a déjà le petit jus d'écumes. Il vaudra probablement mieux perdre ces petits jus des presses s'ils sont à moins de 1 p. c. A.L.D.).

Les avantages de ce procédé seraient les suivants : production d'une pulpe identique à la pulpe de presse ; dépense d'installation faible ; petite quantité d'eau nécessaire (40 p. c. de ce qu'exige la diffusion) ; épuisement à froid.

Le système n'a pas encore fonctionné en grand.

CHAPITRE III

ÉPURATION DU JUS

A. CHAUDIÈRES A CARBONATER.

L'entrée du gaz dans les saturateurs se fait généralement par des serpents qui sont perforés à leur partie inférieure. Mais il arrive fréquemment que ces ouvertures se bouchent, d'où il résulte qu'il faut ou bien les nettoyer, ou bien changer (*) les serpents.

Pour obvier à cet inconvénient, **Knauer** (*) a inventé une disposition particulière (fig. 78.) Le gaz sort du tuyau *AB*, qui se termine par un genou conique *C* et passe par plusieurs entonnoirs placés les uns à la suite des autres. Le jus est aspiré entre ces entonnoirs et se mélange intimement au gaz sortant. Le système est complété par un cône *D*, qui distribue uniformément le mélange de jus et de gaz. L'effet de l'appareil est intense et la saturation se fait très rapidement.

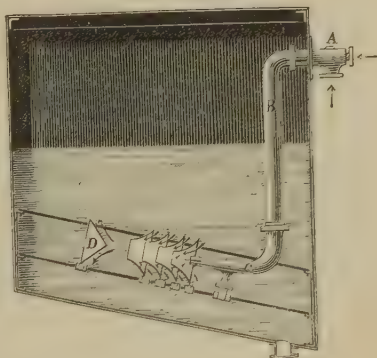


Fig. 78.

Dans le même but, **E. Loze** (à Fleurus (**), Belgique) a imaginé un distributeur d'acide carbonique (pour les bacs de carbonatation) dont le démontage est instantané. Il se compose de deux plaques de 70 à 80 centimètres de diamètre, parallèles, circulaires, posées horizontalement et reliées par quelques entretoises. La plaque supérieure reçoit au centre le tuyau d'arrivée du gaz carbonique.

Une battée existe sur la circonférence de chacune de ces plaques. Sur ces battées s'applique la tôle perforée formant la distribution proprement dite et qui constitue ainsi la paroi d'un cylindre. La tôle comporte de 800 à 1,000 trous de 5 millimètres de diamètre. La division du gaz est ainsi poussée très loin. De plus, celui-ci s'échappant sous une légère pression, décrit dans le jus une

(*) O. 20, par 405.

(**) A. Le Docte, S. B. XII, n° 6.

courbe qui provoque un mouvement de rotation du liquide partant des extrémités pour revenir au centre. Ce mouvement très accentué ramène toutes les parties du jus au contact du gaz divisé.

Le nettoyage est très simple et s'effectue pratiquement une fois par 24 heures. Il suffit d'enlever la tôle perforée et de la remplacer par une tôle propre. Le système d'attache est tel que l'enlèvement et le remplacement ne demandent que 2 minutes.

Les avantages de ce distributeur sont les suivants :

Nettoyages fréquents permis par suite de la rapidité de la manœuvre ; le dépôt n'ayant encore ainsi aucune consistance sur la tôle perforée peut être enlevée très facilement par un brossage à l'eau chaude. Les nettoyages fréquents permettent encore de donner aux ouvertures de la tôle un diamètre très restreint, d'où meilleure absorption du gaz et carbonatation plus rapide.

Ce système très simple a donné de très bons résultats en pratique.

Un autre inconvénient grave des anciennes chaudières à carbonater, c'est que la hauteur du jus ne dépassant que rarement un mètre, l'absorption du gaz se fait fort incomplètement, surtout vers la fin de l'opération. On a constaté ainsi par des essais directs des pertes considérables (jusque 80 p. c. vers la fin de la carbonatation).

Kettler et Zender (*) ont tâché de diminuer ces pertes par la disposition suivante (fig. 79).

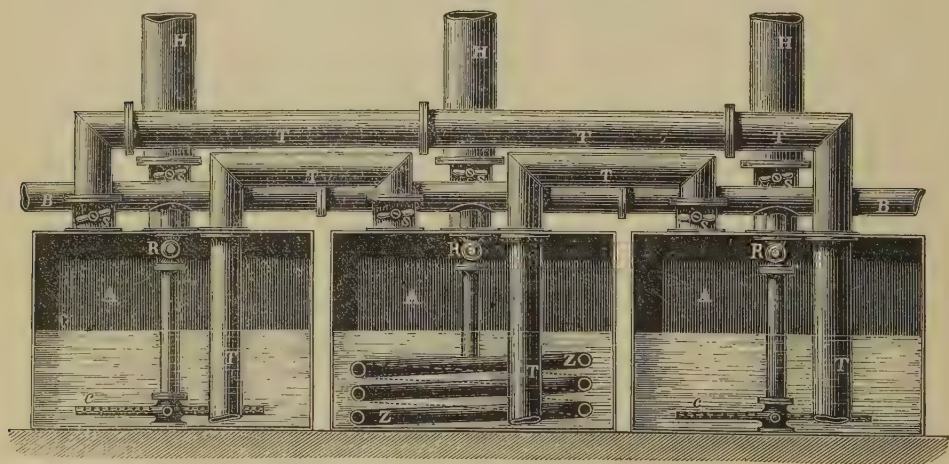


Fig. 79.

Quand la carbonatation commence, le gaz se dégage comme à l'ordinaire dans la cheminée *H*. Mais vers la fin de l'opération on ferme la soupape *S* de cette cheminée et le gaz passe par le tuyau *T* dans une deuxième chaudière, dont le jus n'est qu'au commencement de la saturation. L'admission du gaz a lieu, comme à l'ordinaire, par un serpentin.

(**) Z., 31, p. 427 et S. J.

D'autres inventeurs ont cru utile de favoriser par des agitateurs le mélange du jus avec le gaz.

Ainsi **Nagel et Mehrle** (*) ont placé au milieu de la chaudière deux agitateurs à axe horizontal, munis de bras plats *BB* (fig. 80). Le mouvement est transmis aux axes par des roues dentées. *KK* sont les serpentins par lesquels le gaz entre dans la chaudière *A*. *NV* est la soupape de sortie pour le jus. *M* est le couvercle.

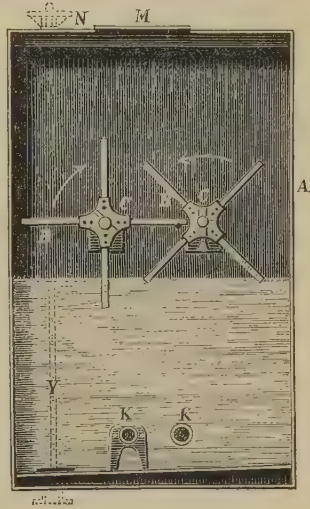


Fig. 80.

Pitrof, Havelka et Meess (**) (*Prague*) ont transformé le tuyau à gaz lui-même en agitateur. Un arbre vertical qui sert en même temps comme tuyau d'admission pour le gaz porte plusieurs bras recourbés qui sont creux et dont l'extrémité libre est ouverte. C'est par ces ouvertures que le gaz entre dans le jus. Par suite de la réaction du gaz sur les parois opposées, un mouvement de rotation est imprimé aux bras recourbés, comme dans le tourniquet hydraulique.

Une disposition très simple est celle de **Otto Licht** (***) (à *Sudenburg-Magdeburg*) (fig. 81).

Le gaz qui tend à se dégager du jus en sens vertical est arrêté par des plaques perforées *aa* qui sont mobiles autour de charnières et sont reliées entre elles par des tirants *c* et par des tiges-guideurs *d*, au moyen desquelles on peut augmenter ou diminuer leur angle d'inclinaison. — Les plaques peuvent être polies ou rudes, ondulées, droites ou recourbées; elles peuvent être en métal, en bois ou en toute autre matière convenable. Leur but est de favoriser par leurs résistances le mélange du gaz avec le jus.

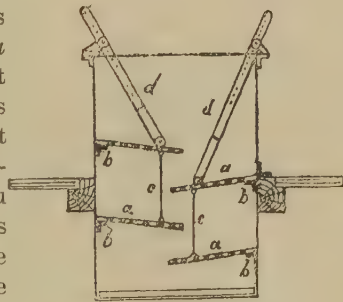


Fig. 81.

L. Berkefeld (†) (*Wallwitz*) a placé dans le même but dans les chaudières un arbre vertical *C* qui sert d'agitateur (fig. 82). A cet effet, il est muni de palettes inclinées qui se suivent en hélice. L'arbre est mis en mouvement par un engrenage, etc.

On a cherché aussi à construire des chaudières de carbonatation à action

(*) S. J., 17, n° 17.

(**) Z., 31, p. 317.

(***) O. XXI, p. 982.

(†) N. Z. X, p. 33.

continue. — Pour atteindre ce but, **F. Lücke** (*) (*Atzendorf*) a construit un appareil à colonne de liquide variable (fig. 83).

Il se compose d'un vase très élevé *A*, qui est divisé alternativement par des fonds de tamis $r_1 r_2 r_3$ et par des fonds à calotte $s_1 s_2 s_3$. L'entrée du jus se fait à la partie supérieure, en ouvrant le robinet a_1 , du tuyau *a* recourbé en U ; — la vidange du tuyau *a* s'effectue à la fin de la saturation par un robinet. Le gaz carbonique entre par *b* dans le serpentin b_1 , qui est perforé à sa partie inférieure. Le gaz est obligé de traverser toute la colonne du liquide et les tamis et de passer sous les calottes ; d'où il résulte que le gaz sera absorbé presque complètement. — On peut faire varier la hauteur du liquide au moyen des robinets $e_1 e_2 e_3$, qui communiquent avec les tuyaux verticaux *c* et *d*¹. Le tuyau *d*¹ s'élargit à sa partie supérieure en *d* et, pour régulariser la pression, communique à sa partie supérieure

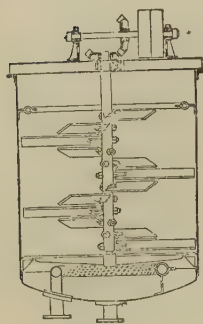


Fig. 82.

avec le tuyau *c* et avec la partie supérieure de la chaudière *A*. — Un petit vase muni de flotteur et d'échelle (voir la figure au-dessus de c^2) sert à introduire dans l'appareil des liquides qui doivent servir à l'épuration des jus. — De plus, nous voyons sur le dessin

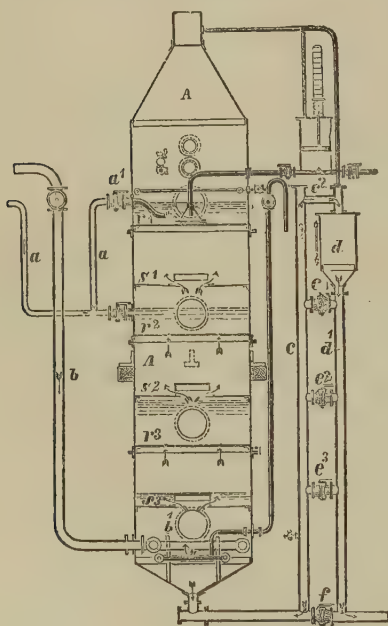


Fig. 83.

le tuyau à vapeur avec serpentin (en dessous de b^1), le brise-mousses (au-dessus de r_1), les lunettes d'observation, un robinet pour introduire de l'huile, des trous d'homme, etc. — Le mouvement du gaz et des liquides est indiqué par des flèches.

Un autre appareil à saturation continue vient d'être inventé par **Joseph Görz** (**) (*Berlin*) (fig. 84 et 85 en détail).

Le jus entre dans l'appareil par la soupape *a* et monte par le tuyau *I*, dans lequel on fait entrer de la vapeur par la soupape *c* et par l'aspirateur à entonnoir *e*. Le lait de chaux ou tout autre liquide qui sert à la saturation du jus arrive par la soupape *d* et est aspiré également par l'aspirateur *e*. Le jus descend ensuite en *II*, et puis remonte en *III*.

En remontant, il est traversé par un courant de gaz carbonique qui arrive par la soupape *f* et par un courant de vapeur qui arrive par *c*¹. Le gaz et la

(*) N. Z. X, p. 6.

(**) N. Z. XII, p. 226.

vapeur sont aussi aspirés par un aspirateur à entonnoirs. Puis le jus redescend en *IV* et remonte de nouveau en *V*, après avoir été soumis encore à un courant de gaz carbonique entrant par la soupape *f*² et de vapeur entrant par *c*². Enfin le jus saturé redescend par *VI* et passe aux filtre-presses.

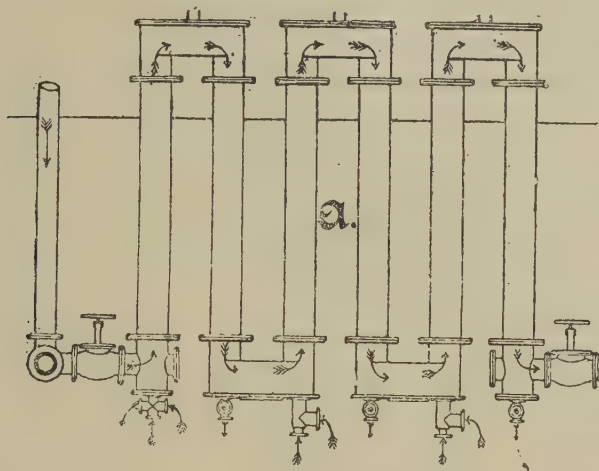


Fig. 84.

Au lieu d'injecter la vapeur dans le jus par un aspirateur, il est plus convenable, pour éviter la dilution du jus, de faire passer le jus par des réchauffeurs intercalés dans ce but. Les soupapes *i, i, i*, servent au nettoyage des caisses. — Les gaz qui se dégagent à la saturation des jus et qui contiennent beaucoup d'ammoniaque montent par les tuyaux *k, k, k* dans des vases qui servent à l'extraction de l'ammoniaque. (Nous n'avons pas encore appris que cette extraction de l'ammoniaque des gaz de la saturation serait avantageuse en pratique ! F. S.)

Il y a aussi des robinets pour prendre des échantillons et des thermomètres pour régler la température.

Cet appareil peut être également employé pour le travail à la strontiane (voir le chapitre : « Travail des mélasses »).

L'appareil de Görz a déjà travaillé dans la fabrique de Eilsleben, et coûte 860 francs à Berlin pour un travail de 125,000 kilogrammes de betteraves.

Pellet (*) donne quelques détails sur la densité que doivent avoir les jus avant leur épuration par la chaux.

(*) S. I., 23, n° 11.

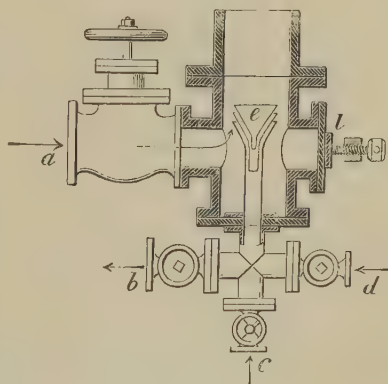


Fig. 85.

En général, dit-il, on peut toujours obtenir des jus de diffusion représentant les 75 p. c., quelquefois les 80 p. c. de la densité du jus normal. Mais l'expérience a montré que des jus de diffusion à 1054 ne se travaillaient pas facilement.

La carbonatation était très lente et les jus passaient difficilement au filtre-pressé. Des jus de 1048 à 1050, au contraire, se travaillaient parfaitement, mais il faut s'en tenir à ce maximum de 1050. Il n'est question ici que des jus bruts ordinaires et non des jus bruts additionnés de sucrales qui peuvent sans inconvénient dépasser 1050, puisqu'il n'y a dans ce cas aucune autre substance à précipiter que la chaux apportée par le sucrale.

Avec des betteraves très riches, il faudra nécessairement soutirer un volume de jus tel que la densité de 1050 ne soit pas dépassée, et il arrivera que ce volume de jus atteindra 140 et même 160 litres p. c. kilos de betteraves.

Il est de l'intérêt des fabricants de travailler à la plus haute densité possible en se tenant dans les limites précédentes.

Un jus dense dissout proportionnellement plus de chaux qu'un jus faible, d'où épuration plus parfaite et carbonatation plus rapide. Le maximum de densité réduit aussi au minimum les frais d'évaporation.

On signale une explosion arrivée dans une chaudière à carbonater dans la fabrique de *Djourine* (*) (*Russie*).

L'ouvrier carbonateur, après avoir nettoyé les barboteurs des tuyaux à gaz, avait ouvert le robinet à gaz, la chaudière étant complètement vide. Alors, au moment où il approcha la bougie du couvercle de la chaudière, une explosion violente eut lieu et une flamme bleue s'éleva jusqu'à une hauteur de 6 mètres (! !); l'ouvrier reçut de fortes brûlures. La composition du gaz de saturation était ordinairement : CO_2 — 24 p. c., CO — 3 p. c., O — 0,65 et SH_2 — traces.

(Aucune indication n'a été donnée sur la cause probable de ce curieux phénomène, qui n'a été encore observé, que nous sachions, nulle part. F.S.)

B. PRÉPARATION DU LAIT DE CHAUX.

L. Kundt (**) (*à Malec, Autriche*) a cherché un moyen, pour empêcher que la chaux éteinte en s'écoulant, n'entraîne du sable ou du gravier dans le jus (fig. 86).

La chaux est éteinte dans un réservoir plat en tôle de forme carrée présentant au fond une ouverture circulaire *a b* qui est fermée par une plaque perforée *F*.

Cette plaque est fixée au fond de la caisse au moyen de la cuvette inférieure *E* et de l'anneau *b*. Pendant la fusion, on place au-dessus de la plaque perforée un couvercle *C* muni d'une anse *D*. Le couvercle est enlevé, quand toute la chaux est éteinte, et le lait de chaux s'écoule vers les bacs à carbonater sans entraîner du sable.

(*) Sapiski de Kieff 1883, p. 526.

(**) B. Z. VII, p. 407.

Wackernie (*) a imaginé un préparateur mécanique du lait de chaux qui se compose d'un récipient métallique, semi-cylindrique en forme d'auge, dans lequel plonge partiellement un cylindre horizontal en tôle perforée, qui renferme des palettes de soutien et un propulseur. Dans l'auge se trouve un système d'agitateurs supporté par un arbre également horizontal. Le mouvement de rotation est donné au cylindre et à l'agitateur par une poulie et un engrenage.

Pour préparer le lait de chaux on remplit préalablement d'eau la cuve du préparateur jusqu'au robinet de jauge et d'épreuve qui est fixé sur la paroi extérieure du récipient. On introduit dans la trémille la chaux telle qu'elle sort du four, par parties de 100 kilogs environ. La chaux s'hydrate ; on arrête le mouvement du cylindre pendant cinq minutes pour laisser au délitage le temps de s'effectuer et on remet en marche. On charge ensuite à nouveau jusqu'à l'obtention d'un lait de la densité voulue.

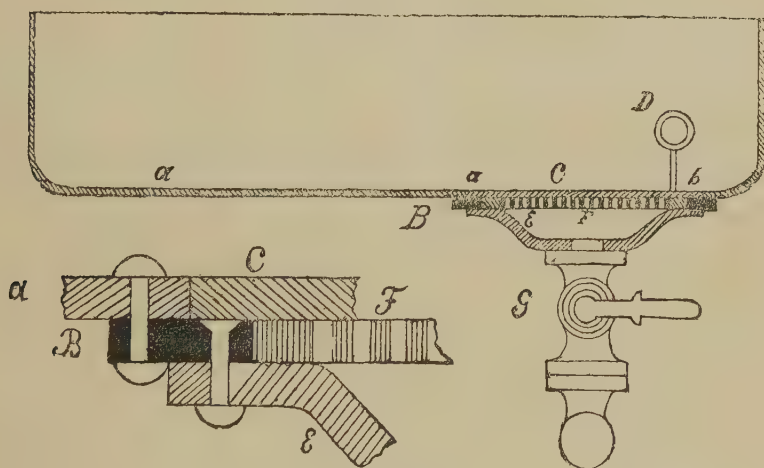


Fig. 86.

Pendant l'opération, les gravois et les incuits sont entraînés par le propulseur vers la sortie du cylindre où ils sont retenus par un obturateur mobile que l'on peut régler à volonté, mais qui, en pratique, ne doit être ouvert qu'à la fin de l'opération lorsqu'on remplit d'eau le récipient pour l'opération suivante.

L'inventeur a récemment perfectionné et complété son système (**). Le nouvel appareil tel qu'il se construit actuellement se compose de deux auges en tôle, superposées. L'auge supérieure est munie d'un couvercle, d'une cheminée d'appel en tôle et d'une hélice horizontale tournant lentement. L'auge inférieure est munie d'un tamis en tôle perforée, mobile autour d'un arbre horizontal ; au-dessous de ce tambour, au fond de l'auge, se meut un arbre

(*) S. I., 24, n° 1.

(**) J. d. F. S., 25, n° 6.

horizontal à palettes. Les deux auges sont mises en communication par l'une de leurs extrémités au moyen d'une gouttière (fig. 87).

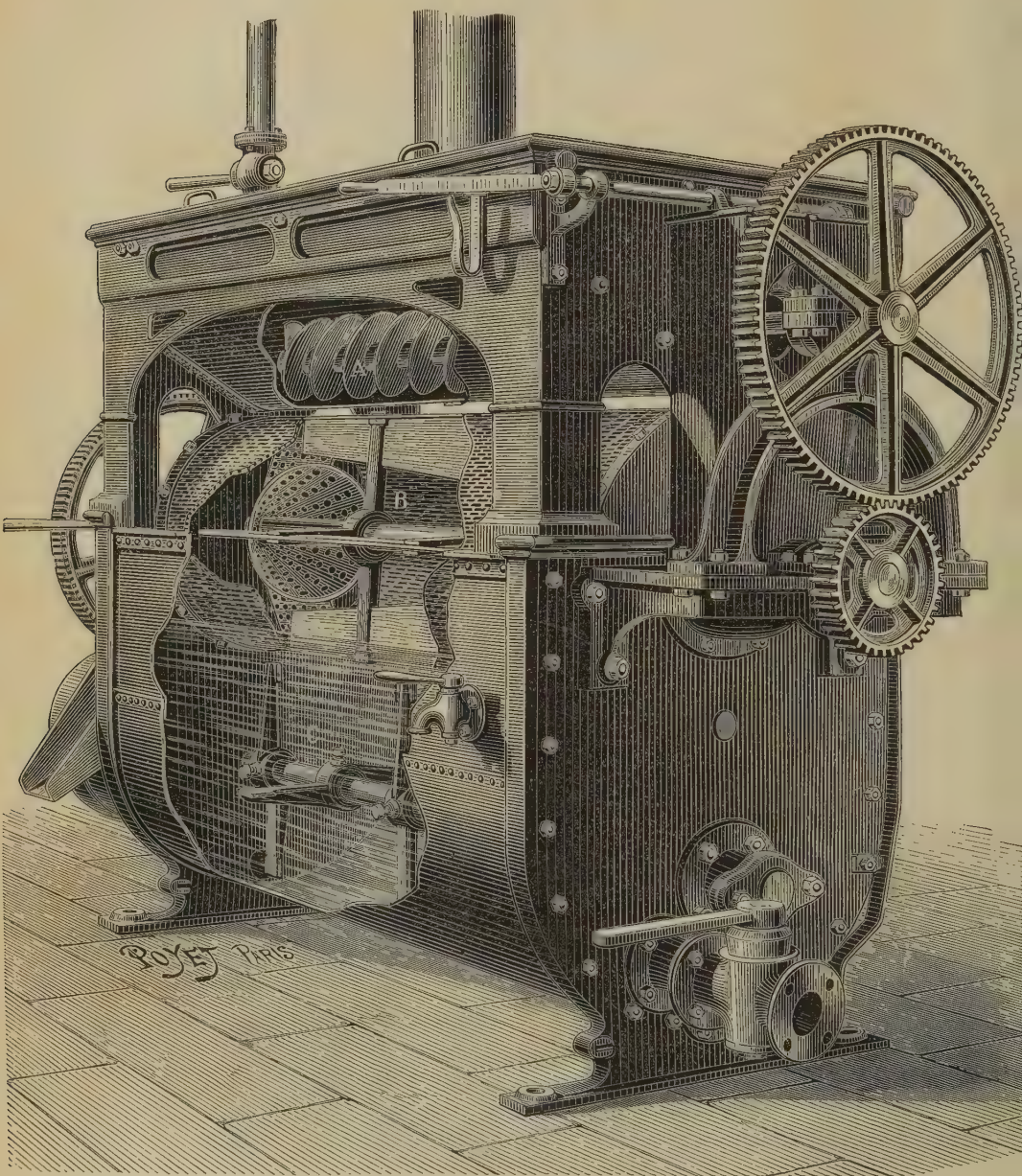


Fig. 87.

La préparation du lait de chaux se fait dans les conditions suivantes : On charge l'auge supérieure, nommée hydrateur, avec des morceaux de chaux de grosseur

moyenne, puis on arrose ces morceaux avec de l'eau froide ou chaude amenée par un tuyau perforé qui traverse l'auge suivant sa longueur. L'hydratation terminée, les morceaux de chaux s'étant délités, on met la vis d'archimède en mouvement. La masse se mélange, forme une pâte qui est entraînée par l'hélice vers la gouttière placée à son extrémité et tombe dans le tambour en tôle perforée situé en contre-bas et dans lequel s'achève la préparation du lait. Les parties incuites, les pierres, etc., sont entraînées par une hélice renfermée dans le tambour vers l'extrémité de celui-ci, pour être rejetés finalement à l'extérieur de l'appareil.

Le lait formé est entraîné à travers les trous du tambour et se rassemble dans l'auge au fond de laquelle une agitation constante est entretenue par l'arbre à palettes.

Les avantages avancés par l'inventeur sont : économie de main-d'œuvre ; séparation complète des incuits, pierres, etc. ; préparation rationnelle à densité constante.

G. Lunge (*), dans un tableau reproduit ci-après, donne la relation qui existe entre le degré Baumé ou le poids spécifique d'un lait de chaux et la teneur en chaux caustique par litre et par 100 grammes. Naturellement la chaux employée à la formation du lait ne doit pas être trop impure.

Teneur du lait de chaux en chaux caustique à 15^{os} centigrades.

Dé BAUMÉ.	POIDS du litre en gr.	CHAUX par litre en gr.	CHAUX % gr.	Dé BAUMÉ.	POIDS du litre en gr.	CHAUX par litre en gr.	CHAUX % gr.
1	1007	7.5	0.745	16	1125	159	14.13
2	1014	16.5	1.64	17	1134	170	15.00
3	1022	26.	2.54	18	1142	181	15.85
4	1029	36.	3.50	19	1152	193	16.75
5	1037	46.	4.43	20	1162	206	17.72
6	1045	56.	5.36	21	1171	218	18.61
7	1052	65.	6.18	22	1180	229	19.40
8	1060	75.	7.08	23	1190	242	20.34
9	1067	84.	7.87	24	1200	255	21.25
10	1075	94.	8.74	25	1210	268	22.15
11	1083	104.	9.60	26	1220	281	23.03
12	1091	115.	10.54	27	1231	295	23.96
13	1100	126.	11.45	28	1241	309	24.90
14	1108	137.	12.35	29	1252	324	25.87
15	1116	148.	13.26	30	1263	339	26.84

(*) J. d. F. S., 25, n° 6.

C. FOUR A CHAUX.

M. Gallois, directeur-gérant de la sucrerie de *Francières (Oise, France)*, a publié un travail très complet sur les fours à chaux, que nous résumons ci-après presque en entier (*):

Comme exemple, Gallois envisage une sucrerie travaillant 200,000 kilogrammes de betteraves par 24 heures, produisant en chiffres ronds, pour simplifier les calculs, 2,000 hectolitres de jus avec emploi de 3^k5 de chaux anhydre par 100 kilogrammes betteraves, soit 17^k500 de lait de chaux à 20° Baumé, dont 13 litres à la première carbonatation et 4^k50 à la seconde.

Ces données serviront de base aux calculs qui vont suivre.

Four à chaux. — La capacité du four se détermine d'après la quantité de pierre et de coke nécessaire par 24 heures. Dans le cas présent, il faut produire 7,000 kilogrammes de chaux. Or il faut 188 kilogrammes de calcaire sec à 95 p. c. de carbonate de chaux pour produire 100 kilogrammes de chaux, d'une part, et 78^k584 d'acide carbonique, d'autre part. Les 7,000 kilogrammes de chaux exigeront donc 13,160 kilogrammes de calcaire, soit 125^h33 de pierre concassée, en général.

Le coke fournit environ 6,600 calories, par la combustion. La décomposition du calcaire exige 400 calories, d'où 100 kilogrammes de calcaire exigent 6 kilogrammes coke.

En admettant 40 kilogrammes par hectolitre de coke, on trouve que pour un volume coke, il faut 6.35 volumes de calcaire. En pratique, il faut employer plus de coke à cause de l'humidité de la pierre, de l'absorption de la chaleur par les parois du four et de la partie qui échappe à la combustion.

On peut admettre avec de la pierre convenable un volume de coke pour 4 volumes de pierres. Pour 125^h33 de calcaire, il faudra 31^h33 de coke, soit un total 156^h66 à introduire dans le four par 24 heures.

Comme il faut trois jours pour la calcination complète de la pierre, la capacité du four devra être au minimum de $156.66 \times 3 = 47$ mètres cubes environ. En augmentant cette capacité de 1/4 pour le vide supérieur et le refroidissement de la chaux avant la sortie, il faut finalement une capacité de 60 mètres cubes minimum pour être dans de bonnes conditions.

Un four plus petit pourra bien aussi fournir la chaux nécessaire si la pierre exige moins de 3 jours pour la calcination complète, mais on ne marche plus alors avec une régularité et une facilité parfaites.

La forme du four n'a pas d'importance. Les foyers extérieurs sont inutiles. Le four doit être entouré d'une enveloppe en tôle pour augmenter la solidité et surtout pour éviter les entrées d'air par les crevasses qui se produisent de la maçonnerie par la grande chaleur, entrées d'air qui diminuent la richesse du gaz ainsi que l'arrivée de l'air par le bas du four.

Machine à gaz. — Les gaz produits par la calcination sont l'acide carbonique et l'azote; oxygène et oxyde de carbone quelquefois. 100 kilogrammes du calcaire envisagé dégagent 41^k800 de Co² à 50° centigrades et 700 millimètres de pression. Dans ces dernières conditions, un litre de gaz pèse 1^g539.

(*) B. A. d. C., 1, n° 7.

41^k800 de gaz occupent donc 27,152 litres. Les 13,160 kilogrammes de calcaire produiront ainsi 3,573 mètres cubes.

Les 31^h33 de coke nécessaires pèsent 1,253 kilogrammes qui, en admettant 10 p. c. d'eau et d'impuretés dans le coke, représenteront 1,128 kilogrammes de carbone pur, lequel pour se transformer en Co^2 exige 3,008 kilogrammes d'oxygène, soit un poids de Co^2 formé de 4,136 kilogrammes.

L'oxygène étant fourni par l'air aspiré par la machine à gaz (mélange en poids de 23 oxygène et 77 azote), les 3,008 kilogrammes de ce gaz seront accompagnés de 10,070 kilogrammes azote, ce qui représente en volume : acide carbonique 2,687 mètres cubes ; azote 10,300 mètres, soit en totalité 12,987 mètr. c.

Or le calcaire produit déjà 3,573 mètres cubes d'acide carbonique. Le volume final des gaz à extraire journellement du four à chaux sera donc de 16,560 mètres cubes.

Ces 16,560 mètres cubes renferment 6,260 mètres cubes d'acide carbonique dont 3,573 proviennent du calcaire et 2,687 du coke. La richesse théorique du gaz extrait dans les conditions précédentes sera donc de 37.80 p. c. Cette richesse diminue évidemment si l'on augmente la proportion de coke, puisque celui-ci amène forcément de l'azote en plus dans le mélange des gaz. Il faut, par conséquent, employer le moins de coke possible.

En pratique, on n'obtient pas cette richesse de 37.80 par suite de la présence d'oxygène, oxyde de carbone, etc. Pour une bonne marche du four, on atteint de 24 à 28, quelquefois 30 p. c. de Co^2 ; admettons 25 p. c.

Pratiquement le volume des gaz à extraire du four est donc augmenté dans le rapport de 25 à 37.80 ; au lieu de 16,560 mètres cubes, il sera en réalité de 25,038 mètres cubes.

L'effet utile des machines à gaz est ordinairement de 70 p. c. Pour aspirer 25,038 mètres cubes de gaz, le piston devra engendrer $25,038 \times 3/2 = 37,557$ mètres cubes par 24 heures, soit 435 litres par seconde. La vitesse de course admise ordinairement varie de 0^m75 à 1^m10 par seconde. La faible vitesse est préférable, soit par exemple 0^m83 avec une longueur de course égale aux $2/3$ du diamètre du cylindre à gaz. On aura, d'après ces données : surface du piston à gaz : 0^m5240 ; diamètre du cylindre 0^m82 ; course du piston 0^m54 ; nombre de tours du volant par minute, 46. Telles sont les dimensions d'une soufflerie pour un travail de 200,000 kilogrammes betteraves.

Le travail à effectuer étant proportionnel à la quantité de chaux employée dans le jus, d'où au volume du gaz à extraire du four ou au volume engendré par le piston, ou encore proportionnel (à cause de la vitesse constante admise de 0^m83) à la surface du piston, on calculera facilement les dimensions d'une soufflerie destinée à effectuer une quantité de travail quelconque.

Le tableau suivant renseigne quelques chiffres trouvés comme précédemment :

Travail à effectuer.	Diamètre.	Course.	Nombre de tours par minute.
Pour 100,000 kil. bett.	0.57	0.40	62
— 200,000 —	0.82	0.54	46
— 300,000 —	1 ^m 00	0.66	37
— 400,000 —	1 ^m 15	0.75	32
— 500,000 —	1 ^m 29	0.85	29
— 600,000 —	1 ^m 40	0.92	25

Le frottement des gaz dans les conduites en métal étant très faible, on peut les y faire circuler avec une grande vitesse, soit 16, 20, 50 mètres par seconde. En adoptant 15 mètres de vitesse, la section de la conduite permettant d'aspirer 435 litres par seconde sera de 290 cq, soit le $\frac{1}{20}$ de la section du cylindre ou, dans le cas présent, 20 centimètres.

La force nécessaire pour actionner la soufflerie est déterminée par la résistance d'aspiration et de refoulement ainsi que par le frottement des organes mêmes de la machine.

En admettant 1 mètre de hauteur de jus dans les carbonateurs (l'hectolitre de jus additionné de la chaux étant compté à 108 kilogrammes), le poids sur la face du piston sera de $5,240 \text{ cq} \times 0,108 = 565^k92$.

Des expériences exécutées à la sucrerie de Francières ont montré que toutes les autres résistances, frottements, etc., étaient représentées par une colonne d'eau de 0^m90 de hauteur environ. De ce chef, la charge sur le piston est de $5,240 \times 0,90 = 471^k60$. La charge totale atteint alors $1,037^k52$. La vitesse de la machine étant de 0^m83 par seconde, la force en chevaux sera de 11 ch. 48 que l'on portera à 14 pour tenir compte des frottements des organes de la machine et des imprévus.

Les résistances envisagées précédemment sont de deux sortes ; les premières, passives, sont dues à l'aspiration, aux frottements, etc., et à peu près constantes.

Les secondes, dues au refoulement, sont proportionnelles à la hauteur du jus dans les carbonateurs. Cette hauteur doit donc être la plus faible possible de ce chef ; par contre, pour la bonne absorption du gaz, la hauteur doit être la plus forte. Il ne faut pas s'appliquer pourtant à utiliser tout le gaz carbonique puisqu'on en produit près de deux fois la quantité nécessaire à la carbonatation. Précédemment on a vu en effet que le calcaire produit 3,573 mètres cubes de Co^2 et le coke 2,670. Il y a donc un excédent de 2,670 mètres cubes qui peut être perdu sans inconvénient.

Une hauteur de 1 mètre de jus est suffisante pour utiliser plus de 50 p. c. du gaz carbonique produit, en effectuant un travail régulier bien entendu.

Pour éviter les pertes anormales de gaz par suite d'un travail irrégulier, Ch. Gallois a imaginé une soupape de retour reliant la conduite de refoulement à la conduite d'aspiration et renvoyant dans celle-ci à chaque coup de piston l'excédent de gaz non utilisé dans la carbonatation en marche.

On doit employer trois chaudières à carbonater. Le travail est ainsi régulier, l'utilisation du gaz Co^2 est suffisante ; on a toujours deux carbonateurs en activité pendant que le troisième est en chargement ou déchargement.

La carbonatation durant environ deux heures (remplissage, chauffage et vidange compris), la même chaudière fonctionnera 12 fois par 24 heures ; on aura ainsi 36 chaudières par 24 heures. La capacité *de jus* à leur donner sera donc de 70 hectolitres en prévoyant un travail de 2,500 hectolitres.

Les inconvénients provoqués par le four à chaux proviennent souvent de l'insuffisance de la soufflerie et de la trop faible capacité du four ; la pierre tendre à grain très fin et compact se délite volontiers et occasionne des collages.

Quand une *pierre ordinaire* a passé 3 ou 4 mois à l'air, elle est toujours plus sèche même après 8 jours de pluie qu'au sortir de la carrière.

Nous ajouterons à cette occasion encore une observation du **D^r Weiland** (*) (à *Gutschdorf*). D'après lui, la marche du four à chaux s'améliore quand on y introduit une partie de lignite pour trois parties de coke. La conséquence en serait que le gaz se répand uniformément dans tout le four.

Pour compléter le travail précédent, nous donnons ci-après le résumé d'une étude très intéressante de **H. Pellet** sur la *qualité de la pierre calcaire et du coke employés en sucrerie* (**):

La plupart des calcaires contiennent, outre le carbonate de chaux :

- 1° De l'eau et des matières organiques ;
- 2° De la silice libre ou combinée ;
- 3° De l'alumine et du peroxyde de fer ;
- 4° De la magnésie à l'état de carbonate libre ou de carbonate double de chaux et de magnésie.

1° Les matières organiques disparaissent tout de suite par calcination.

L'eau peut exister sous forme d'eau hygroscopique, dite d'imbibition ou de carrière déterminable par dessiccation à 100°. Les pierres dures n'en contiennent que 2.5 à 5 p. c. ; les pierres tendres poreuses contiennent jusque 15 et 18 p. c.

L'eau de combinaison provient surtout des silicates calcaires qui renferment plusieurs équivalents d'eau. La proportion dépasse rarement 2 p. c. dans les calcaires assez purs que l'on recherche en sucrerie. L'influence sur la marche du four est négligeable ;

2° La silice existe à l'état de sable ou de silicate de chaux. Par la calcination dans le four, le sable se combine en tout cas, généralement avec la chaux. L'effet nuisible est donc le même : une partie de la chaux est neutralisée ;

3° L'alumine produit les mêmes effets que la silice.

Une grande quantité d'impuretés silicieuses et alumineuses offre les inconvénients suivants : diminution de la proportion de chaux qui est remplacée dans le calcaire par ces matières étrangères ; de plus, neutralisation d'une nouvelle quantité de chaux pendant la calcination, par suite des combinaisons qui se forment.

Il y a donc moins de chaux utile pour une concentration du lait donnée. Un essai de causticité du lait indique le mal. Le remède consiste à employer plus de lait de chaux, mais alors on augmente le poids des écumes et la perte en sucre. De plus, par l'emploi d'un lait contenant des silicates et aluminates de chaux solubles dans les jus sucrés, le dépôt dans les carbonateurs est plus lent, le passage dans les filtres-presses offre des difficultés, le tourteau reste mou, et le désucrage ne se fait pas régulièrement, ni facilement.

Peu de silice et d'alumine, libres dans le calcaire, suffisent pendant la calcination pour modifier la nature physique du carbonate de chaux et empêcher sa précipitation facile par la carbonatation.

Une fois les jus dans le triple effet et la cuite, la silice et l'alumine se déposent avec de la chaux sur les tubes et serpentins, et diminuent fortement la puissance des appareils. Il faut alors nettoyer, non seulement par grattage,

(*) Z., 33, p. 572.

(**) B. A. d. C., 1, n° 8.

mais encore par les acides et le carbonate de soude à l'ébullition, tous inconvénients que l'on peut éviter en faisant essayer la pierre calcaire employée ;

4° Au-dessous de 1 p. c., le carbonate de magnésie n'offre pas d'inconvénients sensibles. Au-dessus de 1 p. c., les effets précédents se renouvellent. La magnésie est soluble dans le sucre, et le gaz carbonique ne la précipite pas. Par la concentration, il se dépose sur les tubes et serpentins des appareils du carbonate de magnésie ou une combinaison de magnésie, chaux, silice, alumine, etc., qui ralentit toujours la vitesse des évaporations et surtout des cuites, et dont l'élimination est très difficile ;

5° Le sulfate de chaux reste dans les jus. Il existe rarement en quantité notable.

Le coke employé en sucrerie est généralement du coke dit lavé, mais un essai peut seul renseigner la véritable valeur du coke.

En effet, le lavage a pour but d'enlever les cendres du charbon avant de le calciner et, suivant la pureté cendres des charbons employés, il arrive que des cokes lavés sont moins purs que des cokes non lavés.

Environ 70 p. c. des cendres de coke sont formées par la silice et l'alumine. Ces impuretés viennent s'ajouter à celles du calcaire dans le four et occasionnent les collages provoqués par les silicates et alluminates calcaires fusibles. La chaux est alors généralement bien calcinée, mais elle s'éteint difficilement par suite du silicate qui agit comme un véritable vernis.

Le bon coke lavé ne doit pas renfermer plus de 7 p. c. cendres, mais il arrive très souvent que des cokes vendus pour 6 ou 7 p. c., renferment 9.10 et 11 p. c. de cendres. Il est donc très important de faire analyser ces cokes. Les impuretés qui s'y trouvent diminuent d'abord la quantité de carbone, et partant de calorique, et provoquent toujours une mauvaise marche du four. La silice et l'alumine du coke sont plus dangereuses que celles de la pierre, parce que c'est au contact même du charbon que la température est la plus élevée. Les silicates et aluminates se forment alors plus facilement et fondent de même. Les fours mal soignés présentent surtout ce phénomène du collage, provoqué également par une mauvaise distribution de la pierre et du coke ou un cassage irrégulier. La chaleur ne se répartit pas uniformément alors dans le four, la combustion est trop active d'un côté, et pas assez de l'autre.

Un excès d'humidité dans le calcaire cause une perte de calorique souvent considérable. De plus, la vapeur presque instantanément produite désorganise et émiette le calcaire humide, ce qui obstrue le passage des gaz et des tuyaux et est encore une cause de collage.

Le calcaire doit posséder un certain taux d'humidité qu'il est difficile de fixer. Les pierres trop sèches se décomposent difficilement.

Les calcaires très durs, marbres, pierres bleues de Belgique, etc., ne peuvent absorber que peu d'eau, quelquefois même trop peu pour une décomposition rapide dans le four. Il n'est donc pas nécessaire de les mettre à l'abri. D'autres pierres tendres, les craies blanches très légères, absorbent souvent 15 à 20 p. c. d'eau, plus même, lorsqu'elles restent exposées à la pluie. Il faut, dans ce cas, abriter le calcaire et l'empêcher d'absorber cette grande quantité d'eau.

Si l'on fait usage de chaux achetée, il est indispensable de la soumettre au préalable à l'analyse. Elle peut contenir, en effet, beaucoup d'eau et de

carbonate de chaux si elle est préparée depuis un certain temps, par suite de l'absorption de l'acide carbonique de l'air.

François Sachs (*) a décrit l'installation de **J.-A. Buisson**, à *Talnoïé et Olchowetz (Russie)*, pour retirer la chaux des écumes des filtres-presses.

Les écumes sont moulées en briques et calcinées dans un four spécial qui produit en même temps l'acide carbonique nécessaire à la carbonatation. L'emploi de la chaux formée ne paraît offrir aucun inconvénient pour la carbonatation des jus. Il est évident que cette méthode ne peut être avantageuse que dans les pays où la chaux est fort chère, comme cela se présente dans plusieurs localités de la Russie.

Ce cas ne se présentant guère dans nos contrées, nous ne donnerons pas ici une description détaillée de ce procédé, mais nous renvoyons le lecteur à l'article original (*), dans lequel on trouvera également les dessins de l'installation, ainsi que les résultats de quelques analyses.

Roupnievsky (**) (*Russie*) mentionne aussi ce procédé et le trouve excellent. Les matières organiques sont enlevées complètement par la calcination, et les matières minérales se déposent en grande partie pendant la fusion de la chaux, de sorte que la chaux préparée par le procédé Buisson est souvent même meilleure que la chaux produite directement par le calcaire.

Loizeau (à *Paris*) a imaginé un casse-coke mécanique, dont voici une description sommaire : Un arbre horizontal porte un manchon formé d'une série de rondelles sur lesquelles sont fixés les axes retenus par des écrous. Chacun de ces axes supporte une massette mobile qui oscille librement entre les rondelles ; l'appareil comporte trois axes et trois massettes.

Une trémille permet l'introduction du coke qui, en tombant, est rencontré par les massettes tournant à une vitesse de 800 tours par minute ; il se trouve cassé à la volée et projeté contre quatre barreaux fixes placés en fer à cheval autour du mouvement. Un petit crible au bas de l'appareil et fonctionnant par le même mouvement sépare le poussier du grésillon (fig. 87 bis).

D'après l'inventeur, l'avantage de ce casse-coke mécanique réside dans ce que le cassage s'opère de la même façon qu'à la main à l'aide des massettes tranchantes (semblables à celles employées par les ouvriers) et qui frappent le coke à la volée et dans le vide. Il y a économie de main-d'œuvre et production de morceaux réguliers.

D. AGENTS DIVERS D'ÉPURATION.

On a fait des recherches nombreuses pour améliorer l'effet de la saturation, soit en modifiant simplement le procédé à la chaux, soit en remplaçant ce corps par un autre qui exercerait un plus grand pouvoir épurateur.

(*) Z., 32, p. 604 et Jahr. St. XXII, p. 67.

(**) Sapiski de Kieff XIII, p. 373.

A. Siegert (*), à *Tchauchelwitz, près de Rothsürben (Silésie)*, qui avait déjà précédemment conseillé une deuxième et même une troisième saturation, s'est fait breveter pour un procédé destiné à travailler les betteraves mal conservées.

On ajoute d'abord du lait de chaux représentant 1 p. c. de chaux sèche (en poids) ; on mélange et on chauffe jusqu'à l'ébullition. Puis on ajoute dans la même chaudière du lait de chaux représentant 2 p. c. de chaux sèche, et on mélange le tout sans faire bouillir. Enfin, on ajoute au jus encore 1 p. c. de chaux sèche placée dans un panier (soit en tout 4 p. c.) : la chaux s'éteint dans le jus, puis l'on mélange de nouveau.

Par ce procédé, on obtiendrait des écumes sèches, même avec des betteraves très mauvaises.

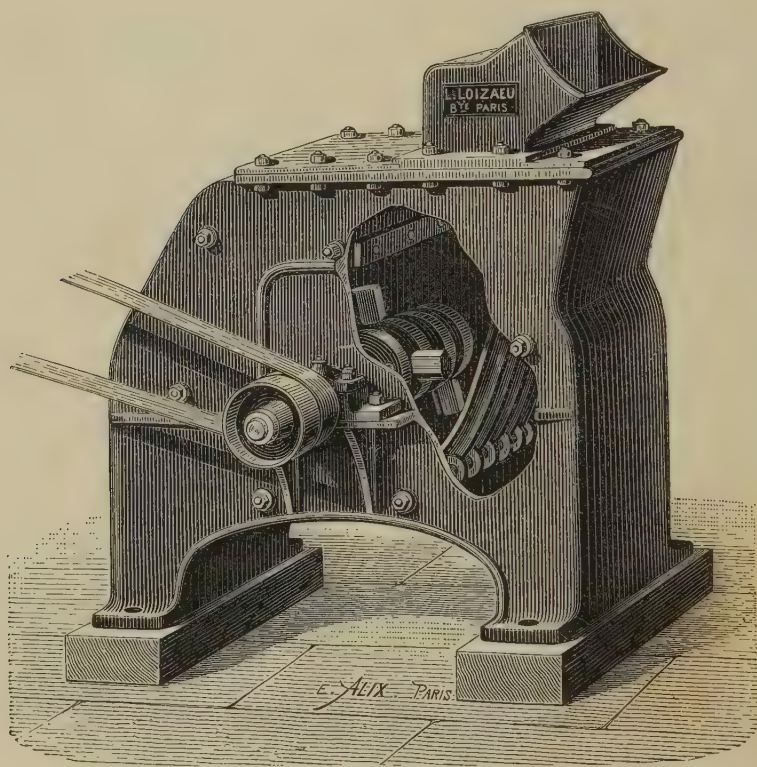


Fig. 87^{bis}.

A l'assemblée des fabricants de sucre allemands (**), *Siegert* a conseillé de saturer à la deuxième carbonatation jusqu'à 0,04 d'alcalinité, et d'ajouter ensuite 0,35 à 0,45 p. c. de chaux, à l'état de lait de chaux, puis de saturer jusqu'à 0,02 à 0,03 et enfin de filtrer sur 2 1/2 p. c. de noir.

(*) N. Z., 10, p. 110.

(**) Z., 33, p. 643.

Otto Licht (*) (à *Sudenburg-Magdeburg*) avait d'abord proposé l'addition du chlorure de barium (!!) au jus avant l'introduction de la chaux. Plus tard (**), il a conseillé de remplacer ce réactif par le chlorure d'ammonium, qui aurait pour effet de transformer les sels organiques des alcalis en chlorures et de mettre en liberté une partie des acides organiques qui sont insolubles ou peu solubles.

Ceux-ci et l'excès d'ammonium sont complètement éliminés par l'ébullition ultérieure du jus.

Il propose aussi, dans le même but, l'emploi du chlorure ferrique, et il dit que cette substance agirait même plus énergiquement encore. L'épuration n'est pas seulement chimique, mais aussi mécanique, de sorte que la filtration se fait rapidement et facilement.

F.-L. Schott (***) (à *Kreiensen*) propose, de son côté, l'application du silicate de potasse ou de la liqueur silicique en quantité d'autant plus grande que le jus contient plus de gomme gélatineuse.

Quand on ajoute la quantité convenable, il se forme, après l'ébullition du liquide, fort peu d'écumes à la surface.

Le mélange du jus et du silicate de potasse qui est alcalin, est chauffé fortement, puis on injecte de l'acide sulfureux gazeux ou liquide en quantité suffisante pour qu'il ne reste plus que peu d'alcalinité. Enfin on neutralise complètement par l'addition de l'acide sulfureux dilué.

L'acide silicique précipité est séparé par une filtration, puis on ajoute au jus filtré 1,891 parties de gypse hydraté pour une partie de potasse contenue dans le jus, et on évapore. Le sirop laisse un nouveau dépôt qu'on peut séparer également par filtration. D'après Schott, la liqueur filtrée laisse cristalliser, après la cuite, du sucre très pur, nuance claire.

En traitant la mélasse de la même manière, on obtiendrait, après un certain temps, tout le sucre qui y est resté.

Nous voyons, depuis un certain temps, apparaître dans les journaux spéciaux des réclames du **Dr. Th. Jünemann** pour un procédé merveilleux qui serait l'idéal de la fabrication du sucre.

Après n'avoir donné jusqu'ici que des indications vagues sur ce procédé qui donnerait des jus d'une pureté absolue, Jünemann s'est enfin décidé à en publier le principe (†).

Il consiste dans l'application de l'hydrate d'alumine liquide. La préparation de ce réactif se ferait de la manière suivante : On dissout du sulfate d'alumine dans son poids d'eau, et l'on ajoute de l'hydrate d'alumine fraîchement préparé, jusqu'à saturation de la liqueur. On chauffe la liqueur à 60° centigrades, puis on la soumet à une espèce d'osmose avec de l'eau chauffée également à 60°, jusqu'à ce que l'acide sulfurique soit complètement passé dans les eaux de vidange ; le liquide osmosé est alors l'hydrate d'alumine liquide. Pour le conserver, on y ajoute environ 0,052 d'une solution d'acide tartrique d'un poids spécifique de 1,20.

(*) N. Z. 10, p. 153.

(**) N. Z. 11, p. 63.

(***) N. Z. 11, p. 199.

(†) O. XXI, p. 838.

Il serait possible de remplacer le sulfate d'alumine par le chlorure d'aluminium, si celui-ci n'était pas si coûteux.

Le travail du jus se fait en y ajoutant à froid de 1 à 10 p. c. d'hydrate d'alumine liquide (contenant 0,5 p. c. d'alumine) selon la quantité du non-sucre contenu dans le jus. Il se forme des masses solides, diaphanes, insolubles dans le jus, et qui entraînent toutes les impuretés organiques et inorganiques, ainsi qu'un peu de sucre. Ce dernier peut être facilement extrait par un lavage à l'eau. Le jus obtenu par une filtration serait une solution de sucre presque chimiquement pur.

Plus tard, le Dr Jünemann a publié encore un article sur un procédé destiné à extraire du jus des betteraves la totalité du sucre qu'il contient, bien entendu en *premier jet* en supprimant les arrière-produits; et tout cela, évidemment, à peu de frais. D'après son habitude, l'auteur ne donne que quelques indications vagues sur la substance mystérieuse qui ferait toutes ces merveilles, en disant seulement qu'elle existe dans le commerce à très bon marché, qu'elle n'a aucune propriété nuisible, et dont la mise en œuvre n'exigerait aucun changement important dans le matériel des usines. Si l'on ajoute cette substance en quantité convenable au jus de betteraves et qu'on chauffe au-dessus de 50° centigrades, le sucre se précipite. Cette précipitation est terminée vers 80° centigrades, puis on chauffe à 100° centigrades et on filtre à chaud, en lavant à l'eau bouillante; puis on dissout le sucre dans un tiers d'eau froide. La substance ajoutée reste insoluble dans l'eau.

Dans un essai fait au laboratoire sur 300 grammes de jus, l'inventeur obtenait ainsi 0^{es}1 de sucre de plus qu'il y avait dans le jus, ce qu'il attribue à une erreur de polarisation. Le sucre polarisait 100 p. c.

(Ce procédé est-il identique à celui que nous avons décrit précédemment? Nous l'ignorons. En tout cas, l'inventeur supplie les fabricants de lui donner les moyens nécessaires pour faire breveter son invention; mais personne n'a encore voulu prendre au sérieux l'invention et l'inventeur. F. S.)

G. Kühnemann (*) (à Dresden) propose d'ajouter au jus de l'hydrate de chaux (lait de chaux) non pas à chaud, mais à 30° centigrades, et puis une liqueur particulière, formée par une dissolution de carbonate de chaux dans l'eau saturée d'acide carbonique. La préparation de cette liqueur se fait par un procédé fort étonnant, savoir, en y ajoutant du sucre brut et en utilisant de préférence l'acide carbonique qui se dégage pendant la fermentation dans les brasseries, distilleries, boulangeries ou fabriques de vin.

Après la défécation par cette liqueur, le jus est filtré par des filtres-presses et évaporé jusqu'à 40° — 50° Brix., puis il est filtré une deuxième fois. Il est soumis ensuite à l'action du noir et passe enfin à la cuite. Ce procédé ne paraît pas non plus fort sérieux.

Un procédé plus logique consiste en l'emploi de l'acide phosphorique à la 2^e carbonatation. Nous n'avons pu trouver cependant (à l'exception de quelques observations du Dr Drenckmann), des indications pratiques sur ce procédé.

Il ne manque pas, au contraire, de données sur le travail à l'acide sulfureux,

(*) O. XXI, p. 896.

employé à la suite de la 2^e carbonatation, pour compléter la neutralisation du jus, de manière à ne lui laisser qu'une faible alcalinité. Le plus souvent on a fait suivre ce travail d'une filtration sur le gravier. Comme on attache, en Allemagne et en Autriche, une très grande importance à ce procédé, nous croyons utile de citer les opinions diverses émises à ce sujet, soit pour, soit contre ce procédé.

Indiquons avant cela cependant le procédé de **R. Bergreen** (*) (à Roitzsch), qui consiste à épurer les jus de betteraves par l'acide sulfureux employé sous forme de *sulfite basique de magnésie*.

Bergreen obtient de cette manière tous les effets voulus de l'acide sulfureux, soit la coagulation des substances protéiques et la transformation en sulfates des sels organiques à bases alcalines qui existent dans les jus, tout en évitant les causes d'interversions auxquelles donnerait lieu l'emploi de l'acide sulfureux libre ou du sulfite acide de magnésie.

Le sulfite basique de magnésie se prépare comme suit : on précipite la magnésie dans la solution d'un sel magnésien soluble. Cette magnésie volumineuse est dénommée *magnésie colloïdale*, pour la distinguer de la magnésie caustique provenant de la magnésite, et qui conserve toujours une structure cristalline.

On sépare la magnésie colloïdale précipitée par l'eau. Le liquide doit rester franchement alcalin.

On pèse un certain poids de magnésie colloïdale, en rapport avec la force à donner à la solution de sulfite, force qui doit varier suivant la nature du jus à traiter ; on brûle un poids correspondant de soufre et on fait passer l'acide sulfureux naissant dans le lait de magnésie.

Le sulfite préparé de cette manière serait seul soluble dans les jus.

L'auteur indique différentes méthodes pour préparer le même sulfite basique.

On applique le sulfate basique de magnésie sur les jus verts de la manière suivante : on ajoute une certaine quantité du produit, variable suivant la nature des jus. Le mélange est porté à l'ébullition pendant un temps également variable. On ajoute ensuite de la magnésie colloïdale au lieu de la chaux ou du saccharate de chaux, jusqu'à ce qu'il se produise une précipitation bien nette des matières en suspension.

Si l'on emploie la chaux ou le saccharate, le jus devra être traité nécessairement par l'acide carbonique dans la suite.

E. TRAVAIL A L'ACIDE SULFUREUX ET AU GRAVIER.

Dr. Schäper (**) (*Rossla*) employait l'acide sulfureux provenant de 30 à 40 kilogrammes de soufre pour traiter 150,000 kilogrammes de betteraves, et il estime que les économies réalisées en substituant l'acide sulfureux au noir animal se montent par million de kilogrammes de betteraves travaillées à 2,200 francs, savoir : 1,500 francs de noir et 700 francs de main-d'œuvre, de houille, etc. Il obtient en outre 1/4 de masse cuite en plus.

Le rendement de la masse cuite en sucre de 95 p. c. de polarisation était

(*) N. Z. XI, p. 110.

(**) Z., 33, p. 244.

pour le travail avec le noir de 68 à 69 p. c., et avec l'acide sulfureux de 66 p. c.; mais les derniers sucres avaient 1,0 p. c. de cendres, alors que les premiers en avaient 1,3 à 1,5 p. c.

Les arrière-produits donnaient pour le travail avec le noir 25 à 29 p. c. de sucre, polarisant 90,2 p. c. au maximum, et pour le travail à l'acide sulfureux. 24 à 25 p. c. de sucre polarisant 92 à 93 p. c.

Après avoir été traités par l'acide sulfureux, les jus avaient une alcalinité de 0.03 p. c. et laissaient un fort dépôt sur les poches Puvrez.

Dr. Einfeld conteste les chiffres donnés par *Schäper* quant à l'économie en noir, et prétend que la dépense pour le noir n'est chez lui que de 500 francs au lieu de 1,500 francs par million de betteraves travaillées.

Il préfère travailler avec le noir animal, mais à la seule condition d'en employer beaucoup, c'est-à-dire en quantité égale au moins au poids de la masse cuite.

Nagel (*Trotha*) dit que l'acide sulfureux a pour effet de décomposer les sels organiques de chaux, et que cette action se continue encore pendant l'évaporation, ce qui est démontré par la diminution de l'alcalinité pendant cette opération. Il se déclare opposé à la pratique du réchauffage des jus avant la deuxième saturation, parce qu'il se formerait alors des nouveaux sels organiques de chaux. Enfin il prémunit contre le refroidissement des jus en dessous de 70°, ce qui pourrait occasionner des fermentations. Il approuve la pratique des raffineurs d'attacher la même valeur nuisible aux sels de chaux qu'aux sels alcalins, parce que dans ceux-là la chaux se trouve combinée à des acides organiques d'un équivalent élevé.

Brenckmann (*) trouve indispensable pour ceux qui filtrent les jus après le traitement à l'acide sulfureux de faire précéder la filtration sur le noir animal d'une filtration mécanique; sans cela, le noir serait vite ruiné par les sulfites et hyposulfites alcalins et calciques.

Drumene (*) (*Löbejün*) affirme, comme le Dr. *Schäper*, que les sucres produits par l'acide sulfureux contiennent moins de sels que ceux produits par le travail avec le noir animal, et dit que ses arrière-produits ont donné par le premier procédé 30 à 35 p. c. de sucre de 91 à 92 de polarisation.

(Cette diminution est possible et résulte probablement de la disparition des sels de chaux. Ces sels de chaux, qui se trouvent dans les produits ordinaires, sont fréquemment précipités par l'action de l'acide carbonique qui se développe toujours, quoique en faible quantité, dans les bacs d'emplis. Le carbonate de chaux se dépose ensuite sur le sucre cristallisé, d'après nos expériences personnelles. Dans le traitement à l'acide sulfureux, au contraire, la plupart des sels de chaux ayant été enlevés, il y aurait moins de dépôts sur les sucres. F. S.)

Dr. Bodenbender (*Wasserleben*) n'est pas un adversaire absolu de l'acide sulfureux, quand on l'emploie pour les betteraves saines. Il préfère, au contraire, le noir animal pour les betteraves qui contiennent des acides organiques, lesquels forment avec la chaux des combinaisons basiques très nuisibles pour l'évaporation.

Le noir animal, par l'action de son carbone et de l'ammoniaque dégagé, transforme ensuite ces sels en sels neutres.

(*) Z. 33, p. 244 et p. 623.

L'effet principal de l'acide sulfureux serait d'éloigner les dernières traces de chaux, ce qui facilite l'évaporation.

Il n'existe aucun exemple d'épuration chimique due réellement à l'acide sulfureux, et la décoloration par cet agent n'est qu'apparente.

Dr. Bartz (*Hamersleben*) considère l'acide sulfureux comme un agent de travail fort dangereux dans les mains des ouvriers, car tout excès de ce réactif est fort nuisible.

Dr. Stammer (*Koberwitz*) déclare qu'il est impossible de produire un sucre apte à la consommation en employant de l'acide sulfureux et en opérant sans noir animal.

Dr. Frühling et Schulz (*) (*Braunschweig*) ont fait des essais comparatifs sur l'effet de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique sur un jus qui avait déjà été saturé deux fois.

Ils ajoutaient à ce jus 0.25 p. c. de chaux vive et puis de l'acide sulfureux ou de l'acide carbonique et saturaient jusqu'à une alcalinité de 0,02 p. c. ; puis ils évaporaient et filtraient.

Voici les résultats obtenus, en rapportant tous les chiffres à 100 p. c. de matière sèche.

			DIFFÉRENCES.	
1 ^{er} Essai.	Sucre.	Cendres.	Sucre.	Cendres.
a) Jus saturé une fois	89,45	4,35	—	—
b) Id. avec SO ₂	90,43	4,02	+ 0,98	— 0,33
c) Id. avec CO ₂	90,23	3,97	+ 0,78	— 0,38
2 ^{me} Essai.				
a) Jus saturé une fois	88,45	4,55	—	—
b) Id. avec SO ₂	90,24	4,22	+ 1,79	— 0,33
c) Id. avec CO ₂	90,16	4,13	+ 1,71	— 0,42
3 ^{me} Essai.				
a) Jus saturé une fois	87,20	4,49	—	—
b) Id. avec SO ₂	89,39	3,99	+ 2,19	— 0,50
c) Id. avec CO ₂	90,16	4,04	+ 2,96	— 0,45

Ces analyses paraissent démontrer que l'action de l'acide sulfureux sur les jus ne diffère pas sensiblement de celle de l'acide carbonique.

Une discussion s'est engagée sur la question de savoir si les sucres produits par l'acide sulfureux contiennent plus de sulfates que ceux produits sans l'emploi de ce réactif.

C. Kockert (**), directeur de la raffinerie de *Rohrbach* (*Autriche*), avait acheté 300,000 kilogrammes de sucre à la fabrique de *Kromau* produit par un travail à l'acide sulfureux. Les sucres contenaient en moyenne 0,1586 p. c. d'acide sulfurique, soit pour tout le lot 475 kilogrammes d'acide sulfurique ou 807 kilogrammes de sulfate de chaux.

La dissolution de ce sucre fut filtrée à *Rohrbach* sur 50 p. c. de son poids, soit

(*) D. Z. I. VIII, n° 18.

(**) O. XXI, p. 685.

150,000 kilogrammes de noir animal, qui contenait avant la filtration 0,644 p. c. de sulfate de chaux, et après la filtration 1,208 p. c., soit 0,564 p. c. ou en tout 846 kilogrammes de sulfate de chaux en plus: ce qui représente à peu près exactement la quantité de sulfate de chaux contenue dans le sucre travaillé.

Le travail de 160,000 kilogrammes d'un sucre de Raigern traité également par l'acide sulfureux a donné des résultats analogues.

Ces sucres à l'acide sulfureux se travaillaient, du reste, très bien et donnaient du beau raffiné et de beaux sucres en deuxième et en troisième produits.

L'analyse des quatrièmes produits donnaient sur 100 de substance sèche :

Sucres 85,60, cendres sulfuriques 7,90, matières organiques 6,50 et alcalinité 0,095, alors que les quatrièmes produits ordinaires donneraient :

Sucre 79,50, cendres sulfuriques 8,16, matières organiques 12,34 et alcalinité 0,170.

Kockert déduit de ces analyses une perte de 6 p. c. de sucre dans les trois premiers produits.

V. Bachler (*), directeur de la fabrique de Kromau, conteste ces chiffres et affirme que ses sucres vendus à Rohrbach contenaient, d'après les analyses du professeur **Von Moser** (Vienne) et **A. Gawalovski** (Brünn), non pas 807 kilogrammes, mais 340 kilogrammes de sulfate de chaux, en admettant, ce qui est fort contestable, que l'acide sulfurique s'y trouve réellement combiné à la chaux. Il ne croit pas non plus que tout le sulfate de chaux contenu dans le sucre, et même un peu plus (!), aurait pu être absorbé par le noir animal, et que les eaux de lavage n'en auraient rien pu entraîner. Bachler se plaint, en outre, de ce que la chambre de commerce de Brünn aurait considéré ses sucres traités par l'acide sulfureux comme des sucres anormaux, malgré que l'analyse n'y indiquait absolument rien d'anormal.

Le **Dr von Lippmann** (**) (à la raffinerie de Duisburg) affirme, de son côté, que, d'après cent cinquante analyses faites chez lui, le sucre traité à l'acide sulfureux contenait plutôt moins de sulfates que les autres sucres. Il cite spécialement l'analyse de 11 lots de sucre (de 95 à 96 p. c. de polarisation) travaillés à l'acide sulfureux qui contenaient de 0,10 à 0,23 p. c. de sulfate de potasse, alors que 7 autres lots de sucre travaillé à la manière ordinaire contenaient de 0,21 à 0,50 p. c. de sulfate de potasse.

Ces 20 lots de sucre furent conservés dans les magasins pendant plus de six mois, puis soumis à une nouvelle analyse. Les résultats obtenus, que nous ne citerons pas ici en détail, furent presque identiquement les mêmes qu'à la première analyse. Ces résultats réfutent décidément l'opinion émise par le **Dr Bartz** que le sucre traité à l'acide sulfureux s'intervertissait au bout d'un certain temps, et pouvait, par suite, discréditer la réputation du sucre allemand à l'étranger.

Le **Dr. Schulz** (Magdeburg) considère comme excellents les sucres produits à l'acide sulfureux, pourvu qu'on n'ait pas ajouté un excès de ce réactif.

F. E. R. (***) remarque que le travail à l'acide sulfureux a donné de bons résultats, surtout dans les fabriques qui avaient adopté un système de désucrage

(*) O. XXI, p. 989.

(**) Z., 33, p. 623.

(***) D. Z. I. VIII, n° 46.

des mélasses, et puis aussi dans les fabriques qui ont de grandes cultures, et dont les betteraves sont, par suite, d'une qualité plus uniforme.

Grotkass (*) (*Brünn*) a remarqué qu'en travaillant avec l'acide sulfureux, on voit souvent se former des écumes sur les sirops d'égout des premiers produits. Ces écumes, qui sont, du reste, fort peu abondantes, sont enlevées facilement en faisant bouillir ces sirops. Il donne ensuite quelques détails sur le travail à l'acide sulfureux.

L'installation comporte deux fours à soufre, une petite pompe à air, une conduite en fonte et un serpentín en plomb pour la chaudière à saturer. 60 à 70 kilogrammes de soufre suffisent pour un travail de 250,000 kilogrammes de betteraves. Les écumes peuvent être enlevées par un robinet de vidange, ou bien on peut faire passer tout sur des filtres à gravier. — Les filtres sont remplis de gravier jusqu'à 3 mètres de leur hauteur au maximum. Pour revivifier le gravier, on le lave à l'eau chaude, puis on y verse de l'acide chlorhydrique (1 à 1 1/2 litre par filtre) dilué, et l'on fait bouillir ensuite avec de la soude caustique (1/2 kil. par filtre); enfin on lave une dernière fois. Le gravier est alors suffisamment revivifié et prêt à un nouveau travail. La vente des sucres produits à l'acide sulfureux s'est faite sans difficultés.

Lach (directeur d'une raffinerie à *Magdebourg*) dit que les premiers sucres produits à l'acide sulfureux étaient de mauvaise qualité, mais depuis qu'on a appris à travailler d'une façon rationnelle, les sucres produits sont excellents et donnent des raffinés d'un magnifique éclat.

Dr. Kohlrausch (*Vienne*) croit que la filtration sur le gravier ne peut avoir qu'un effet mécanique, et que l'acide sulfureux ne peut avoir d'autre effet que de décomposer les sucrates de potasse et de chaux, en formant du sulfite de potasse soluble et du sulfite de chaux insoluble. On paralyse ainsi l'effet de ces deux corps fort nuisibles pour la cristallisation du sucre. De plus, l'acide sulfureux peut décomposer les matières colorantes, qui sont probablement des combinaisons entre les alcalis et des corps organiques riches en carbone. Il faut remarquer cependant que cette action ne pourrait avoir lieu que sous la condition que ces matières organiques contiennent un acide plus faible que l'acide sulfureux, et que toute la réaction s'opère en solution alcaline.

En solution acide, le sucre blanchit également sous l'action de l'acide sulfureux, mais l'effet n'est que temporaire.

C. Pölcke (**) (*Irxleben*) se prononce en faveur du travail à l'acide sulfureux sans employer ni gravier ni noir animal. Voici son mode d'opérer :

Il ajoute au jus à la 1^{re} saturation 3, 2 % de chaux (du poids des betteraves) et fait carbonater les jus jusqu'à une alcalinité de 0,12 à 0,16. Après avoir passé par les filtres-presses, le jus est réchauffé à 90° — 100° cels. On ajoute encore 0,2 % de chaux, et la saturation est poussée jusqu'à 0,10 d'alcalinité. Puis on fait arriver dans le jus, par le tuyau qui avait déjà amené l'acide carbonique, de l'acide sulfureux en réduisant l'alcalinité à 0,02 à 0,03. Enfin le jus passe une deuxième fois par les filtres-presses. — Il est nécessaire de contrôler exactement le point de saturation; autrement on s'expose à des

(*) O. XXI, p. 568.

(**) D. Z. I. IX, n° 2.

difficultés à la cuite, comme cela est arrivé à M. Pölcke même, au commencement de son travail. Une fois cette difficulté vaincue, le travail a marché à merveille. Il a fait l'observation curieuse que l'alcalinité des jus concentrés (à 45° Balling), qui était d'abord à 0,03, montait graduellement pendant la durée de la campagne, de manière à arriver finalement à 0,07 sans que l'alcalinité des jus faibles ait augmenté dans la même proportion.

W. Olschewky (*) s'élève contre la filtration par le gravier, dont le pouvoir filtrant est beaucoup trop faible.

Un litre de gravier pesant 1,75 kil., alors que son poids spécifique réel est de 2,6, il en résulte que les interstices occupent un volume tout au plus égal à un tiers du volume total. Il préfère au gravier le noir artificiel fabriqué par lui (voir plus loin). Le litre de ce noir artificiel ne pèse que 0,55 à 0,60 kil., alors que sa densité réelle est de 2,5 à 2,6. Les interstices occupent donc dans ce cas $3/4$ du volume total.

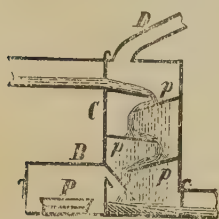


Fig. 88.

Des appareils pour produire l'acide sulfureux ont été construits par **Körting** (Hanovre), **F. Rassmus** (Magdebourg), et d'autres.

Paul Porry (**) (à Port-de-France, île Saint-Maurice) s'est fait breveter aussi pour un appareil destiné à faciliter la saturation des jus par l'acide sulfureux (fig. 88).

Le soufre est brûlé dans la capsule *P* placée dans le four *B*. L'acide sulfureux formé passe par l'appareil d'absorption *C*, en traversant le jus qui s'écoule en fine pluie par des trous ménagés dans les planchettes *pp*, de manière à se trouver en contact intime avec le gaz. — Le gaz qui a perdu son acide sulfureux se dégage par le tuyau *D* dans la cheminée d'une chaudière à carbonater.

F. FILTRES-PRESSES.

C'est surtout en Allemagne que la construction des filtres-presses a fait de grands progrès dans ces dernières années. Les efforts se sont portés vers l'épuisement absolu des écumes.

Quand on ajoute au jus trois parties de chaux par 100 kilogrammes de betteraves travaillées, on obtient 11 à 12 p. c. d'écumes qui contiennent 4 à 5 p. c. de sucre, soit une perte d'environ 0,50 kilogrammes de sucre par 100 kilogrammes de betteraves travaillées. On avait essayé de diminuer cette perte en soumettant les écumes à une macération avec de l'eau, qui est suivie d'un nouveau passage à travers les filtres-presses, mais ce procédé avait l'inconvénient de diluer les jus notablement, et puis surtout de produire des jus moins purs, sans compter que l'épuisement des écumes était loin d'être complet. On avait essayé aussi de soumettre les écumes à une pression par des presses hydrauliques, mais ce procédé ne donnait pas des résultats satisfaisants.

(*) D. Z. I. IX, n° 12.

(**) N. Z. XI, p. 104.

C'est **Dehne** (*Halle*) qui, en 1878, construisit les premiers bons filtres-presses à épuisement absolu, ou plutôt, pour employer le mot juste, à déplacement. Depuis lors, son principe a été légèrement modifié par Selwig et Lange, Kroog, Wegelin et Hübner, etc.

On avait reconnu qu'un épuisement prolongé des écumes avait l'inconvénient, non seulement de diluer les jus, mais encore de redissoudre une partie des sels absorbés par les écumes ; et qu'il valait mieux déplacer simplement le jus des écumes par l'eau froide. Comme les écumes contiennent environ 50 p. c. de jus, il s'agissait donc de ne recueillir qu'un volume de jus déplacé égal à la moitié du volume des écumes, ou plutôt un tant soit peu plus.

L'exactitude de ce raisonnement a été confirmé par les expériences de **Heicke** (*) (*à Saint-Burghard*).

Heicke épuisait les écumes par un filtre-presse Kroog qui pouvait contenir 280 litres de jus, et il analysait à fur et mesure le jus déplacé.

Jus.		Ball.	Sucré.	Pureté.	Chaux non alcaline.
Jus normal		13,00	10,84	83,4	0,56
Après la sortie de 40 litres		9,23	7,78	84,3	0,98
— 80 —		8,40	7,13	84,9	0,91
— 120 —		7,83	6,41	81,9	0,98
— 160 —		7,00	5,70	81,4	1,13
— 200 —		5,53	4,15	75,0	1,65
— 240 —		3,10	2,15	69,4	2,97
— 280 —		1,83	1,04	56,8	5,17
— 320 —		0,93	0,43	46,2	8,80
— 360 —		0,80	0,31	38,7	12,09

La chaux a été comptée ici pour 100 parties de substances sèches du jus, et déduction faite de la chaux alcaline. Elle représente donc les sels de chaux qui n'ont pu être précipités par l'acide carbonique.

Il résulte clairement de ces expériences qu'il n'est pas avantageux de retirer de 280 litres d'écumes, plus de 160 litres de jus.

Ceci dit, nous croyons utile de donner une courte description des principaux systèmes de filtres-presses construits dans ces derniers temps, en nous occupant surtout des filtres-presses à cadres.

1. Filtre-presse Dehne.

L'eau de lavage arrive par un canal qui se trouve en bas à l'un des côtés du filtre-presse ; ce canal communique alternativement avec la moitié des plateaux. Du même côté, à la partie supérieure du filtre-presse, se trouve un deuxième canal, par lequel s'écoule l'eau déplacée, et au-dessus de celui-ci se trouve encore un troisième petit canal destiné à enlever l'air de l'intérieur, et qui communique avec les mêmes plateaux que le canal d'entrée des eaux de lavage. Tous les autres plateaux communiquent avec le canal de sortie du jus déplacé. L'eau de lavage est donc forcé de traverser tous les tourteaux de bas en haut.

(*) Jahr. St. XXI, p. 101.

2. Filtre-presse Kroog.

Le jus déplacé sort par les mêmes robinets que le jus ordinaire. Le canal pour l'entrée des écumes se trouve en bas à droite, le canal d'entrée pour les eaux de lavage en haut à gauche, les robinets de sortie en bas à gauche. Le canal d'entrée pour les eaux de lavage communique alternativement avec la moitié des plateaux. Pendant le désucrage des écumes, tous les robinets de ces plateaux sont fermés, et le jus déplacé s'écoule par les robinets des autres plateaux qui restent ouverts. Un robinet à air est disposé sur chacun de ces plateaux-là. Ce système a l'avantage que les toiles des filtres-presses ne sont pas affaiblies par les ouvertures qu'on y doit découper dans les systèmes ordinaires, et par suite se déchirent moins. On doit y ajouter seulement deux petites poches percées pour les canaux.

3. Filtre-presse de Selwig et Lange.

Ces constructeurs ont placé primitivement le canal d'entrée de l'eau et le canal de sortie du jus déplacé à la partie la plus élevée du filtre-presse, mais depuis ils ont modifié cette disposition. Dans la disposition nouvelle, les jus d'écumes entrent comme à l'ordinaire par le milieu du filtre-presse. Les robinets de sortie pour le jus ordinaire qui se trouvent placés inférieurement sur l'un des côtés servent en même temps, comme dans le système Kroog, pour la sortie du jus déplacé. L'eau de lavage entre en haut du côté opposé par un canal qui communique alternativement avec la moitié des plateaux. Les robinets de sortie qui se trouvent à ces plateaux ont une forme spéciale qui leur permet de communiquer avec le jus et, en même temps, avec un canal à air, qui se trouve à la partie supérieure des plateaux. On voit que cette communication a lieu suivant la position que le manche de chaque robinet occupe.

Pendant le travail ordinaire, le robinet est entièrement ouvert (manche en avant), et le jus et l'air peuvent sortir librement. Quand le filtre-presse est plein d'écumes et qu'il s'agit de le remplir d'eau, après l'écoulement complet du jus, on tourne le robinet de façon que l'air puisse sortir, mais non pas le jus (manche à gauche). Enfin, quand on veut faire écouler le jus déplacé, on ferme le robinet complètement (manche à droite).

Les robinets des autres plateaux sont des robinets ordinaires et restent constamment ouverts.

Dans ce système, comme dans celui de Kroog, le jus déplacé est recueilli dans un petit bac, dans lequel le volume du jus déplacé est indiqué par une échelle ou par une simple marque.

4. Filtre-presse de Wegelin et Hübner.

Il ne diffère pas essentiellement des systèmes décrits précédemment.

Remarquons seulement que l'air ne s'échappe pas par un grand nombre de robinets, comme dans le système Kroog, mais que l'air se dégage de la partie supérieure du filtre-presse par un appareil particulier qui peut être manœuvré par un seul robinet. De plus, ces constructeurs ont construit des filtres-presses spéciaux de très grandes dimensions (appelés filtres-presses monstres), qui, d'après eux, sont fort économiques.

5. Disposition de Gallois applicable aux filtres-presses ordinaires.

Par le même canal d'entrée, on fait arriver successivement le jus d'écumes seul, puis le jus d'écumes dilué avec de l'eau, enfin de l'eau ordinaire. Le mélange d'eau et de jus d'écumes peut être réglé à volonté, et l'ouvrier peut contrôler la marche de l'épuisement au moyen d'un aréomètre. Cette disposition, qui constitue un progrès incontestable vis-à-vis du travail ordinaire, n'évite cependant pas tous les inconvénients des anciens macérateurs (*voir nos observations précédentes*).

Après cette introduction, nous passons à la description des progrès signalés pendant l'année écoulée, ainsi qu'aux observations faites à cette époque.

Fischer (*) pense que les écumes qui proviennent de la deuxième saturation et qui ne contiennent presque plus de chaux caustique, peuvent être plus facilement traversées par les jus que celles provenant de la première saturation. — On pourrait donc élargir dans le premier cas les cadres des filtres-presses jusqu'à leur donner une épaisseur de 150 millimètres. L'épuisement ne dure alors que 25 à 30 minutes, et 35 à 40 litres d'eau suffisent pour l'épuisement de 100 kil. d'écumes. On obtient alors des tourteaux qui pèsent de 79 à 80 kil. et qui contiennent de 39 à 40 p. c. d'eau et de 0.30 à 0.54 p. c. de sucre. Le principal avantage des gros cadres serait une diminution de la main-d'œuvre.

Kroog conteste l'avantage de cette disposition.

La surface filtrante des filtres-presses devient alors fort petite, et la résistance des écumes au passage du jus beaucoup trop grande. Tout au plus pourrait-on donner aux cadres une épaisseur de 30 millimètres, sous peine de voir diminuer l'effet des appareils. On ne pourrait faire qu'une exception pour les filtres-presses nécessaires au procédé de précipitation (de Sostmann), dont les cadres peuvent avoir une épaisseur de 80 millimètres.

Cizek (**) se déclare également contre le principe de Fischer, et recommande les filtres-presses construits par lui, qui présentent pour une surface filtrante totale de 20^{m2} une surface active de 10^{m2}, alors que les filtres-presses ordinaires ne présentent qu'une surface active de 3 à 5^{m2} sur 18 à 20^{m2} de surface filtrante totale.

Ses filtres-presses se distinguent par l'ampleur de tous les orifices et canaux d'entrée ou d'écoulement des liquides tant pour la pression que pour le lavage, d'où résulte une grande rapidité du travail et une bonne répartition sur tous les points des tourteaux.

Un filtre-presse de ce genre a été installé à *Berry-au-Bac* (Aisne) et paraît avoir donné des résultats satisfaisants. C'est un filtre-presse à 30 tourteaux (du poids de 9 kil. chacun), qui se remplit en 25 minutes. Le lavage durait 5 minutes; les eaux de lavage avaient une densité de 1.8 alors que la densité du jus avant le lavage était de 3.6. Ce filtre-presse suffisait à un travail de 700 hectolitres de jus.

(*) B. Z. VII, p. 369.

(**) O. XXI, p. 561 et S. I. XXII, p. 196.

J. Kroeg (*) (*Halle*) a pris un brevet pour une disposition particulière destinée à rendre étanches les canaux des filtres-presses (fig. 89).

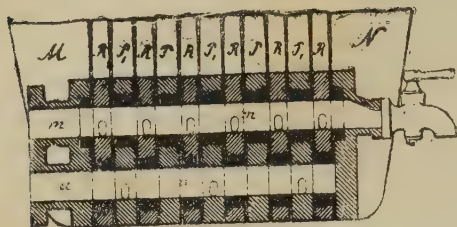


Fig. 89.

A cet effet, les ouvertures qui forment les canaux sont alternativement larges et étroites. Dans les larges ouvertures, on place des rondelles en caoutchouc qui sortent un peu aux deux bouts, de manière à toucher les plateaux ou cadres voisins. Les

joints deviennent alors parfaitement étanches par suite de la pression du liquide dans les canaux. Les petites ouvertures se trouvent dans les plateaux ou cadres qui communiquent avec les canaux.

Dufay (**), fabricant de sucre à *Chevry-Cossigny*, applique un nouveau procédé d'épuisement des écumes par lavages méthodiques, dont il est l'inventeur et dont voici la marche.

Au lieu de remplir le filtre-pressé complètement, on arrête l'introduction du dépôt dès que l'écoulement du liquide filtré est sensiblement ralenti. On fait alors circuler sous pression du petit jus obtenu dans l'opération précédente, comme il sera dit ci-après. On achève ensuite l'emplissage du filtre-pressé jusqu'à consistance dure des gâteaux à l'aide d'un liquide obtenu en mélangeant de l'eau chaude et une faible portion des écumes pressées et épuisées obtenues précédemment. On met à part le petit jus produit par cette dernière opération, et on l'emploie pour le premier lavage indiqué plus haut du filtre-pressé suivant.

On emploie dans l'application deux petits monte-jus A et B de 1 ou 2 hectolitres pour épuiser 1 ou 2 filtres-pressés à chaque opération, et aussi un petit mélangeur de même contenance.

A contient du petit jus ; B contient un mélange d'eau chaude et d'écume délayée dans le mélangeur. Ce mélangeur est à double fond, en tôle perforée.

Le long des filtres-pressés existe une nochière double.

Dans chaque filtre-pressé, on introduit successivement :

1° Le dépôt de décantation des jus carbonatés, comme il a été dit au commencement ;

2° Le petit jus contenu en A ;

3° Le mélange d'eau et de tourteau contenu en B.

Ce mélange achève de remplir l'appareil jusqu'à consistance dure des tourteaux. Le petit jus qui sert au premier lavage est converti en jus fort et va à la deuxième carbonatation ; l'eau mélangée de tourteau épuisé devient du jus faible, qui est recueilli en A.

On obtient, paraît-il, un bon épuisement avec une très petite quantité d'eau, environ 50 p. c. du poids des écumes, et comme avantage supplémentaire, la production de jus fort seul, sans petit jus.

(*) N. Z. XI, p. 17.

(**) S. I., 22, n° 22.

E. L. Härtel (*) (*à Würzen*) a inventé une disposition automatique destinée à faire rentrer l'air dans les plateaux du filtre-pressé pendant la vidange de l'eau d'épuisement, et permettant aussi de faire sortir l'air du filtre-pressé, quand on y fait arriver de nouveau du jus d'écumes. Cette disposition (fig. 90-92)

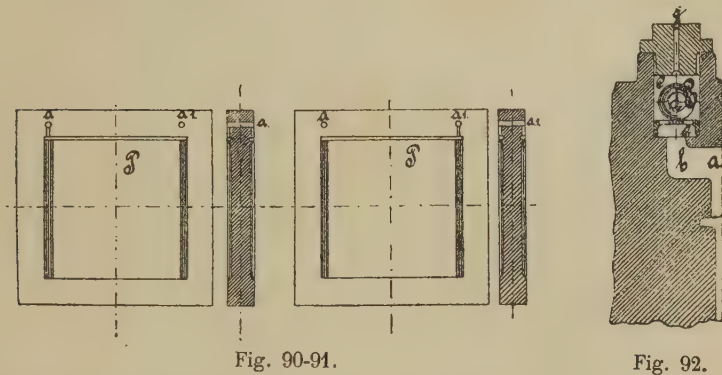


Fig. 90-91.

Fig. 92.

consiste en une petite soupape à boulet *d* en gomme de Para qui repose sur une petite grille, dont les ouvertures communiquent avec l'intérieur du plateau. Au-dessus de la soupape se trouve un petit canal *g*, par lequel l'air peut entrer ou sortir librement. Quand le filtre-pressé est rempli de jus, la soupape *d* se soulève et bouche le petit canal de sortie *g*. Mais aussitôt que le niveau du jus baisse, la soupape retombe et l'air peut rentrer librement dans le filtre-pressé.

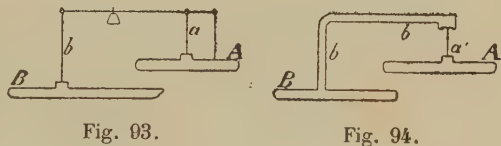


Fig. 93.

Fig. 94.

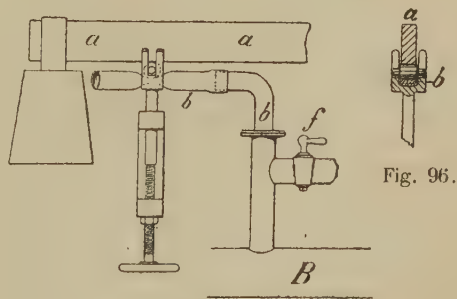


Fig. 95.

Fig. 96.

Wohanka et Cie (**) (*Vienne*) se sont fait breveter pour une disposition ayant pour but d'introduire de l'air dans les pompes à écumes, alors que la pression à l'intérieur de ces pompes dépasse le maximum admis. L'introduction de l'air se fait automatiquement (fig. 93) par l'intermé-

(*) N. Z. XI, p. 202.

(**) N. Z. X, p. 128.

diaire d'un levier qui ouvre la soupape *b* destinée à laisser entrer l'air dans le tuyau aspirant *b* de la pompe, aussitôt que la soupape de sûreté *a* du tuyau foulant *A* se soulève.

On peut aussi (fig. 94) ouvrir la soupape d'entrée de l'air dans le tuyau *b* par un piston ou diaphragme *a'* installé sur le tuyau foulant *A*.

On peut également faire entrer l'air dans la pompe par un tube en caoutchouc *b* (fig. 95 et 96), qui est ordinairement fermé au moyen d'une vis et du bras de levier *a* chargé d'un poids. Le bras de levier *a* se lève aussitôt que la soupape de sûreté s'ouvre et dégage le tuyau *b*, de manière à faire entrer de l'air dans le tuyau d'aspiration *B*.

(Ce dispositif ne nous paraît pas être recommandable, parce qu'il cause l'introduction de l'air dans les tourteaux. F. S.)

O. Müller (*) (*Neuschoenefeld*) a proposé un nouveau mode de fermeture pour filtres-presses (fig. 97).

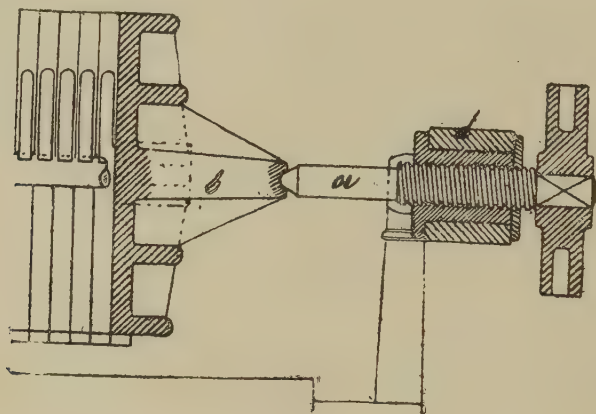


Fig. 97.

La plaque de tête porte une allonge *b* qui est pressée par la vis *a*. Celle-ci repose dans un écrou *c*. L'écrou et la vis peuvent se déplacer latéralement le long de la traverse *d*, qui fait office de glissière. Quand on veut ouvrir le filtre-presse, on desserre un peu la vis et puis on la fait glisser avec son écrou sur la traverse *d*. On peut alors retirer facilement la plaque de tête, et le filtre-presse est ouvert.

Gottschalk et Co ()** (*Cassel*) ont essayé de remplacer la toile des filtres-presses par un tissu composé d'asbeste (la trame) et de fins fils métalliques (la chaîne), dans le but d'éviter l'usure qui atteint les toiles ordinaires. Il ne paraît pas cependant que cette invention ait eu beaucoup de succès.

On a également employé l'asbeste pour divers autres usages, tels que les filtres, les boîtes à étoupes, etc.

(*) N. Z. XI, p. 23.

(**) N. Z. X, p. 155.

Dans les annales de **Glaser** (*) se trouve un article très intéressant sur l'exploitation de l'asbeste, dont nous reproduisons quelques extraits (fig. 97bis).

L'asbeste se trouve en France (aux Vosges, en Corse, en Savoie, à Oisans dans le Dauphiné), en Allemagne (Silésie, Saxe, Tyrol), en Italie (près de Gênes), en Russie (au Gouv. de Perm), au Canada, etc. Le prix des cordes en asbeste était autrefois de 16 francs le kil., aujourd'hui elles ne coûtent plus que 12 1/2 francs. Des essais pratiques ont démontré qu'elles durent plus d'une année dans les boîtes à étoupes, et, après ce temps, elles ne sont pas encore entièrement usées.

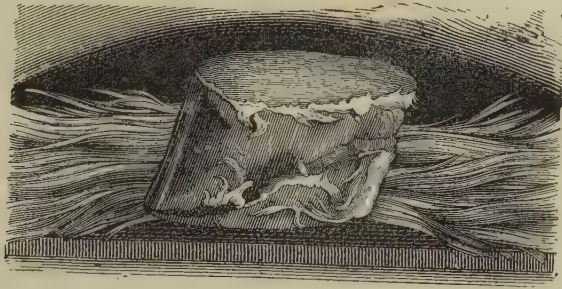


Fig. 97bis.

Voici, d'après Tomson, la composition du bon asbeste de Baltimore (Baltimorite) :

Eau	12,89
Silice.	44,14
Magnésie	42,97
Total.	100,00

On y trouve cependant parfois de l'oxyde de fer (jusque 10 %) et de l'argile, qui le rendent cassant et diminuent sa résistance au feu.

Weisberg (**) (à Sbroutche, en Russie) se prononce en faveur des filtres-presses à épuisement.

Il pense qu'il faut arrêter l'épuisement au moment où les eaux de lavage sont arrivées à une pureté minima fixée, soit de 60 ou de 70 selon les circonstances. En travaillant des jus de diffusion qui avaient une pureté de 80 à 84, et en arrêtant l'épuisement à une pureté de 60 à 62, les eaux de lavage recueillies avaient en moyenne la composition suivante :

Ball. 3, 9 — Sucre 2, 95 — Pureté 75,6 — Alcal. 0,048 (de chaux).

Si, au contraire, on avait arrêté l'épuisement à 70 de pureté, leur composition moyenne était :

(*) Glasers Annalen 1883, p. 179.

(**) Sapiski de Kieff, p. 523.

Ball. 3,1 — Sucre 2,54 — Pureté 81,9 — Alcal. 0,050 (de chaux).

En employant 2 1/2 à 3 % de chaux du poids des betteraves, on gagnerait par l'épuisement dans les filtres-presses 0,37 % de sucre polarisant, ou en comptant par 100 de sucre polarisant, 60 de sucre réel, on gagnerait 0,22 % de sucre du poids des betteraves travaillées.

Observons enfin, en terminant, que plusieurs fabricants ont placé un réchauffeur (*) entre le monte-jus et les filtres-presses qui doit servir comme régulateur pour l'entrée des jus d'écumes, de manière à empêcher l'entrée de la vapeur dans les filtres-presses et son action nuisible sur les toiles.

G. POMPES A JUS ET A ÉCUMES.

Nous n'avons à citer qu'une seule amélioration proposée par **F. Anthon** (**) pour les pompes à pistons plongeurs à double effet. Il dispose autour du piston même, entre les deux cylindres, un fourreau en bronze muni d'un pas de vis à ses deux extrémités. De plus, il y a deux écrous de fonte correspondant aux vis et présentant des rebords du même diamètre que ceux des cylindres.

Entre les rebords de l'écrou et des cylindres, on place un joint en caoutchouc qui peut être serré par l'écrou. Il présente à cet effet plusieurs trous à sa circonférence. Les avantages de cette disposition seraient, d'après l'inventeur, une compression uniforme sur toute la périphérie, et par suite, économie de la matière qui sert à former les joints : ensuite absence des pertes en jus, et ensuite une propreté absolue de la pompe.

H. Kröger (Elbing) (***) a essayé de démontrer que les monte-jus sont plus avantageux que les pompes à jus et à écumes.

Voici son raisonnement. (Nous supposons que le produit du jus soit de 325,000 litres par jour et que la vapeur des chaudières ait une tension de 4 atmosphères.)

a) Pompe à jus et à écumes.

Prenons le cas d'une machine composée de deux cylindres à vapeur d'un diamètre de 0^m21 et de deux pompes à simple effet d'un diamètre de 0^m16. La course était égale à 0^m40 et l'espace nuisible supposé 0,05 du volume du cylindre à vapeur, l'effet utile de la pompe, qui faisait 25 tours par minute, était de 0,9. La détente de la vapeur était réglée de façon que le cylindre se remplissait de 0,4 de vapeur pendant l'aspiration de la pompe et de 0,8 pendant le refoulement. La section du cylindre de vapeur est donc de 3,46^{dm}2, celle du piston de la pompe de 2,01^{dm}2. La quantité du jus lancé dans les filtres-presses pendant un tour de la machine sera par conséquent :

$2 \times 0,9 \times 2,01 \times 4,2 = 14,47$ litres de jus
qui exigent :

$2 [4 \times 3,46 (0,8 + 0,4) + 2 (0,05 \times 3,46 \times 4)] = 35,984^{\text{dm}^3}$ de vapeur,
auxquels il faut ajouter, en pratique, environ 15 p. c. pour les diverses pertes de

(*) Z., 33, p. 580.

(**) O. XXI, p. 261.

(***) D. Z. J. IX, n° 4.

vapeur, soit $5,397^{\text{dm}^3}$, et la quantité de vapeur totale consommée pendant un tour de la machine sera :

$$35,984 + 5,397 = 41,381^{\text{dm}^3}.$$

La vapeur consommée est donc $\frac{41,381}{14,47} = 2,859$ fois plus grande que la quantité de jus montée.

Soit par jour :

$$\frac{325,000}{1,000} 2,859 = 929,175^{\text{m}^3},$$

et comme un mètre cube de vapeur à 4 atmosphères pèse 2,101,

$$929,175 \times 2,101 = 1952,2 \text{ kilogrammes de vapeur.}$$

La pompe devrait donc travailler :

$$\frac{325,000}{14,47 \times 25 \times 60} = 15 \text{ heures par jour.}$$

Mais, en réalité, la pompe marchera plus longtemps.

Pour tenir compte des conditions de la pratique, ajoutons donc encore 4 heures de marche en supposant pendant ce temps une pression de la vapeur de 2 atmosphères seulement (poids du mètre cube = 1,1165). Par conséquent, il faudrait ajouter environ

$4,60 \times 1,1165 \times 2 \times 0,0346 \times 25,04 (0,8 + 0,4 + 0,05) = 232$ kilogrammes, et de plus 15 p. c. de perte comme précédemment, soit 35 kilogrammes.

La consommation de vapeur totale sera donc de :

$$1952,2 + 232 + 35 = 2219 \text{ kilogrammes.}$$

Il est vrai que ce calcul n'est pas fait rigoureusement d'après les indications des traités spéciaux, mais plutôt basée sur des considérations pratiques. Cependant si l'on avait calculé de la manière ordinaire, on serait arrivé à un chiffre plus élevé encore.

b) Monte-jus.

Nous supposons le monte-jus vertical, d'un diamètre intérieur de $1^{\text{m}}25$ et d'une hauteur de $3^{\text{m}}30$. Le volume sera de 4,150 litres.

Il en résulte qu'il faudrait remplir le monte-jus $\frac{325,000}{4,150} = 80$ fois par jour.

En comptant un travail journalier de 18 heures, la vidange d'un monte-jus durera donc $\frac{18 \times 60}{80} = 14$ minutes.

Il y aura dans ce cas une triple perte en vapeur :

- 1) La vapeur introduite qui est égale au volume du jus monté.
- 2) La vapeur qui se condense sur les parois du monte-jus et dont nous pourrions admettre la quantité égale au maximum, soit 1 kilogramme par mètre carré et par heure, comme on l'admet pour les tuyaux à vapeur recouverts. Nous remarquerons encore que la base supérieure du monte-jus deviendra libre dès le commencement de l'entrée de la vapeur et que la surface libre des parois va en augmentant à mesure que le liquide descend. (La surface de chaque base est de $1,3^{\text{m}^2}$ et celle de la partie cylindrique de 13 mètres carrés.)

3) L'eau condensée par contact direct de la vapeur et du liquide. — Kröger suppose que la quantité de vapeur condensée pour ce dernier cas est de

3 à 4 kilogrammes par mètre carré et par heure, en partant du raisonnement qu'il ne peut y avoir aucun renouvellement du liquide à la surface, parce que la vapeur se trouve au-dessus du liquide.

La consommation totale du monte-jus sera donc :

$$1) \quad 80 \times 4,15 \times 2,101 = 697^k53.$$

$$2) \quad \frac{80 \times 14 \times 1}{60} + \frac{1,3 \times 80 \times 14 \times 1}{60} = 155^k32.$$

$$3) \quad \frac{1,227 \times 80 \times 14 \times 4}{60} = 91^k60.$$

$$\text{Soit en tout.} \quad \dots \quad 944^k45.$$

L'eau introduite par la condensation de la vapeur et qui est égale à $155,32 \times 91,6 = 247$ kilogrammes doit être évaporée à son tour et exigera environ $0,70 \times 247 = 173$ kilogrammes de vapeur, soit en tout $944 + 173 = 1117$ kilogrammes de vapeur consommée, ou la moitié de la vapeur consommée par les pompes.

Mais il faut encore tenir compte dans le premier cas de l'emploi de la vapeur de retour de la machine pour l'évaporation du jus. On arrive alors à une consommation de vapeur réelle à peu près égale à celle des monte-jus. Seulement rien n'empêche d'utiliser aussi la vapeur de retour des monte-jus, et alors l'avantage restera aux monte-jus.

Ce raisonnement étant incomplet, les conclusions que Kröger en a tirées ne peuvent être exactes.

MM. **Wegelin et Hübner** (**) (*Halle*) ont complété ce calcul, en admettant que les chiffres donnés par Kröger peuvent réellement correspondre à la pratique.

Seulement ils ont calculé quel pouvait être l'effet utile de la vapeur de retour dans les deux cas.

a) *Pompe*. La vapeur consommée en 24 heures pesait 2219 kilogrammes.

De ce chiffre il faut déduire 25 % de perte par suite de la diminution de pression de la vapeur sortante, du travail exécuté et de la condensation de la vapeur, soit 555 kilogrammes de vapeur.

On peut donc utiliser dans l'appareil d'évaporation :

$$2219 - 555 = 1664 \text{ kilogrammes de vapeur.}$$

b) *Monte-jus*. La vapeur consommée en 24 heures pesait 1117 kilogrammes égal à la contenance de 80 monte-jus à $4,15^m3$ de volume.

De cette quantité :

$$155,32 + 91,60 + 173,00 = 419,92 \text{ kilogrammes}$$

sont certainement perdus.

Il ne reste que 697 kilogrammes de vapeur à 4 atmosphères qui cependant ne peuvent être utilisés que jusqu'au moment où la pression dans les monte-jus s'est abaissée à 1,3 atmosphères. Il reste alors dans le monte-jus encore :

$$80 \times 4,15 \times 0,723 = 240,0 \text{ kilogrammes de vapeur}$$

(*) Somme de 0 à 13.

(**) D. Z. J. IX, n° 12.

qui doit être lancée dans l'air. On ne peut donc utiliser réellement que $697 - 240 = 457$ kilogrammes de vapeur dont il faut encore déduire 10 p. c. de pertes par suite de la condensation, etc.

Reste en tout $457 - 45,7 = 411,3$ kilogrammes.

On a donc perdu par les monte-jus :

$1117 - 411 = 706$ kilogrammes de vapeur

et par la pompe seulement 555 kilogrammes de vapeur.

Soit une différence de 151 kilogrammes ou 27 p. c. en faveur de la pompe. Mais en pratique il n'existe que fort peu de fabriques qui utilisent la vapeur de retour du monte-jus ; pour les autres, les monte-jus consomment 100 p. c. de vapeur de plus qu'une pompe correspondante.

En dehors de cela, les pompes offrent plusieurs autres avantages, tels que :

1° Elles évitent le danger qui existe pour les monte-jus que la vapeur directe peut entrer dans les filtre-presses.

On a bien imaginé des dispositions de sûreté pour obvier à cet inconvénient, mais elles ne fonctionnent que peu de temps d'une manière sûre.

W. et H. estiment que l'économie en toiles qui résulte de l'usage des pompes est de 50 p. c. ; la même économie a lieu également pour les monte-jus à air comprimé.

2° La pression dans les filtres-presses est indépendante de la pression dans les chaudières à vapeur et, par suite, on peut faire les tourteaux aussi compacts qu'on le désire, surtout quand la pompe est munie de la soupape régulatrice que nous avons décrite précédemment ;

3° Le jus ne peut se caraméliser ;

4° Les appareils d'évaporation ont moins de jus à évaporer ;

5° Economie d'ouvriers ;

6° Sécurité contre les dangers d'explosions.

H. FILTRATION MÉCANIQUE.

La plupart des fabricants ont compris l'utilité de soumettre les jus à une filtration mécanique avant de les faire passer sur le noir animal. Un certain nombre de fabriques en France, en Belgique et en Allemagne ont été encore plus loin, en supprimant complètement le noir animal, sans remplacer ce dernier ni par du gravier, ni par des ingrédients analogues.

Quoi qu'il en soit, il est un fait constaté universellement que la filtration mécanique par les poches Puvrez ou les filtres-presses couverts du même tissu sont d'une grande utilité dans la fabrication en produisant des jus très purs.

Nous donnons ici un aperçu des opinions émises sur la filtration mécanique par plusieurs personnes compétentes.

Dr. Sickel (*) (*Nörten*), qui travaille 700,000 kilogrammes de betteraves par jour, a installé dans sa fabrique 18 poches Puvrez pour le jus faible et 14 poches pour les jus concentrés (à 36°-38° Brix). Il en est fort satisfait et a constaté

(*) 33, p. 644.

que les jus filtraient toujours fort bien quand leur température n'était pas inférieure à 90° centigrades.

Au bout d'un certain temps, quand les poches s'obstruent, on leur fait subir un lavage sommaire à l'acide chlorhydrique fort dilué.

Sickel consommait pour un travail de 60 millions de kilogrammes de betteraves 333 mètres d'étoffe à fr. 3-10, mais de cette quantité il n'y avait que 19 mètres complètement usés, le reste pouvait encore servir à divers usages.

Voici les frais d'installation dans sa fabrique :

32 poches Puvrez, y compris l'armature et les	
pièces de réserve	fr. 5,700
Montage.	625
Prime de brevet	625
Total.	fr. 6,950

ou 11 centimes par 1,000 kilogrammes de betteraves.

Les frais du travail étaient :

Amortissement de l'installation à 20 %	fr. 1,390
Main-d'œuvre et lavage	2,050
Usure des poches	800
Total.	fr. 4,240

soit 7 centimes par 1,000 kilogrammes de betteraves.

Les jus filtrés par les poches Puvrez étaient très beaux, et le noir animal agissait très énergiquement sur ces jus, surtout sur les jus concentrés. Malheureusement le dégraissage des filtres paralysait en partie l'effet utile du noir, en faisant rentrer dans les jus la plupart des sels absorbés, surtout les sels de potasse et de soude, comme cela résulte des analyses suivantes exécutées par *Wuestenfeld*.

Les jus concentrés furent chassés d'abord des filtres au moyen de l'air comprimé, puis on passa au lavage à l'eau chaude.

On prenait des échantillons des eaux de lavage au bout de chaque quart d'heure, en tout quatre fois.

Voici les résultats obtenus :

	1	2	3	4
Sucre	31,30	22,60	6,30	3,00
Quotient de pureté	88,4	86,8	84,4	81,0

Les jus concentrés filtrés avaient une pureté de 91 environ.

La quantité de non-sucre contenue dans les 4 échantillons d'eaux de lavage par 100 parties de sucre était :

	1	2	3	4
Subst. inorganiques	5,19	5,92	9,44	10,30
Subst. organiques	7,89	9,28	9,09	12,63
Non sucre total	13,08	15,20	18,54	22,93

Voici encore la composition des cendres de 4 autres échantillons d'eaux de lavage pris de la même façon.

	1	2	3	4
Potasse	53,95	42,87	47,35	38,68
Soude	8,12	13,90	8,85	10,03
Chaux	1,59	4,33	4,15	2,93
Fer et alumine.	0,18	0,26	0,35	0,20
Ac. carbonique.	27,20	26,12	27,80	26,63
Ac. sulfurique	6,18	8,47	8,47	9,38
Chlore.	2,56	2,35	1,59	1,63
Ac. silicique.	0,14	0,06	0,27	0,28
Acide phosphorique	0,07	0,11	0,28	0,05
Total	99,99	98,47	99,11	99,87

Une partie des eaux de lavage fut concentrée jusqu'à la cristallisation du sucre. Une différence notable fut remarquée entre les masses cuites obtenues de cette façon, en ce sens que celles obtenues des dernières eaux de lavage ressemblaient plutôt à des masses cuites de deuxième jet.

Dr. Kuthe (*Düren*) a installé dans sa fabrique 6 poches pour le jus faible et 6 poches pour le jus concentré. Il travaillait 400,000 kilogrammes de betteraves par jour. Les frais d'installation se montaient à 3,700 francs, y compris la prime de brevet. Les frais de travail n'étaient que de 3 centimes par 1,000 kilogrammes de betteraves, sans compter l'amortissement et l'intérêt. La consommation de tissu était de 1,6 centimes par 1,000 kilogrammes de betteraves.

Les dépôts dans les poches se composaient de :

Carbonate de chaux.	25 p. c.
Graisse et huile.	35 à 40 p. c.
Combinaisons organiques de la chaux	8 à 10 p. c.
Substances organiques.	20 p. c.

Les dépôts avaient un aspect huileux et étaient visqueux, de plus, d'une couleur foncée.

R. Schmidt (*) (*Burgdorf*) ne s'est pas servi des poches Puvrez, mais il a travaillé simplement avec les filtre-presses couverts du même tissu, sans employer ni noir animal, ni acide sulfureux, ni gravier. Les résultats ont été fort satisfaisants. Il avait travaillé 25,563,000 kilogrammes de betteraves qui contenaient en moyenne 12,44 p. c. de sucre. La masse cuite produite était de 12,90 p. c. qui donnait 70,54 p. c. de sucre I jet, polarisant 95,8 ou 9,11 p. c. de sucre I jet, du poids des betteraves travaillées. La masse cuite de II jet rendait 33,41 % de sucre (d'une polarisation de 91 à 92), ou 1,27 pour 100 kilogrammes de betteraves. Enfin la masse cuite de III jet devait rendre encore 0,2 à 0,3 kilogrammes de sucre pour 100 kilogrammes de betteraves travaillées, et ne montrait à l'analyse aucune trace de sucre interverti.

Nagel jun. (**) se déclare contre les poches Puvrez qui peuvent causer le refroidissement et l'altération du jus à l'air, et préfère les filtre-presses.

(*) D. Z. I. VIII, n^o 45 et 48, et IX, n^o 8.

(**) Z., 33, p. 844.

Schäper (*) (*Rossla*) est d'un avis opposé parce que le maniement des poches Puvrez est plus facile que celui des filtres-presses.

Jarkowsky travaillait également sans noir et obtenait de la masse cuite 3,6 % de sucre de plus qu'en employant le noir. Le titrage de sucre obtenu était très élevé (jusque 94). Mais Jarkowsky craignait que l'osmose des arrières-produits devint plus difficile, à cause de l'accumulation des matières colloïdales.

Gross (**) rappelle qu'il a visité, en 1872, la fabrique de *Flaville-Mortell* (en France), et qu'on y produisait déjà alors des sucres magnifiques presque sans l'emploi du noir animal.

Dr. F. Hulwa (*Breslau*) (***) communique que les poches Puvrez ont été installées déjà en 260 fabriques de sucre, dont 100 fabriques allemandes.

On ne peut contester leur utilité pour débarrasser les jus des impuretés qu'ils tiennent en suspension. Seulement il faut avoir soin de filtrer les jus aussi chauds que possible et d'acheter un bon tissu pour les poches, sans s'arrêter à des questions d'économie mesquine. Le nettoyage doit se faire toutes les 3 ou 4 heures, en retournant simplement les poches, et en les brossant énergiquement dans l'eau.

L'installation des poches Puvrez a été perfectionnée par **F. Rassmus** (†) (fig. 98 — 101).

Dans l'ancienne disposition, il était impossible de voir si une des poches filtrait trouble. De plus, les poches Puvrez, qui s'étaient remplies de boues, devaient être enlevées des bacs, pour pouvoir être vidées complètement. En outre, il y avait à craindre un refroidissement des jus en cas d'arrêt momentané. — Rassmus a essayé d'éviter tous ces inconvénients : Le jus arrive par les tuyaux *a a* et *b* et la soupape (ou le robinet) *c* Dans les poches Puvrez, qui sont attachées à l'une de leurs extrémités aux tuyaux d'entrée en *d d*. Chacune des poches est placée dans un compartiment spécial, qui ne communique pas avec le compartiment voisin. Chaque compartiment a un tuyau spécial de sortie *x*, qui se réunit ensuite avec ceux des autres compartiments. — A l'autre extrémité, les poches ne sont pas fermées, comme d'ordinaire, mais passent autour de tubulures *d'* plus larges que *d* à laquelle elles sont fixées. Ces tubulures sont traversées par des serpentins à vapeur *y*, qui servent à réchauffer les jus pendant la filtration. Quand le bac qui contient les poches doit servir en même temps de réservoir pour le jus, on peut disposer un second serpentín à vapeur *v* en dessous de celles-ci. Quand une des poches est pleine de boues, on ferme la soupape de sortie *u* du jus et l'on ouvre la soupape *w* destinée à la sortie des écumes. Puis on détache le sac en *d'* et on le retroussé dans le bac même, de manière à le vider complètement. On le détache alors également en *d*, pour pouvoir l'enlever et le remplacer par un autre sac,

(*) B. Z. VII, p. 368.

(**) O. XXI, p. 576.

(***) Z. 33, p. 734, et O. XXI, p. 894.

(†) N. Z. XI, p. 141 et p. 200.

On a représenté dans le dessin un bac contenant deux poches Puvrez, mais rien n'empêche évidemment l'application de cette disposition pour un bac contenant plusieurs poches Puvrez.

Dr. Hulwa (*) (Breslau) décrit encore une autre installation des poches Puvrez faite également par *F. Rasmus*. Elle ne diffère que peu de celle des

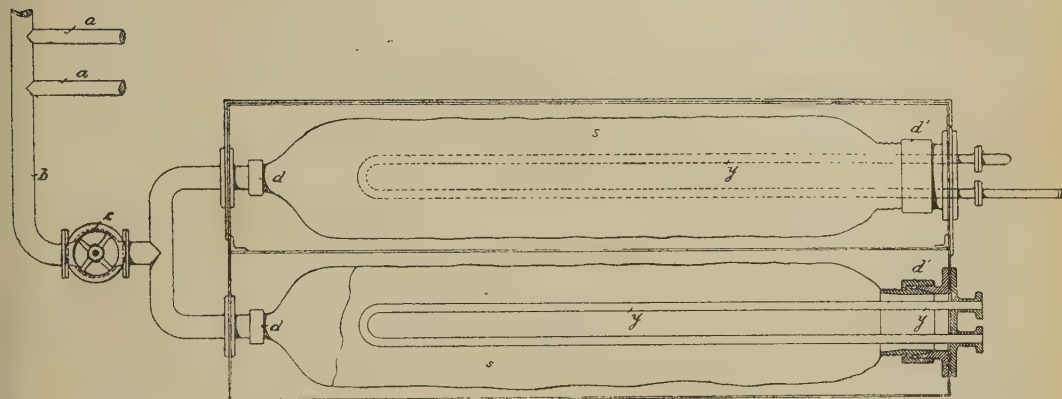


Fig. 98.

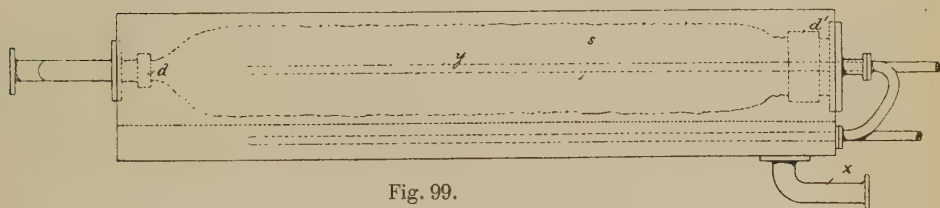


Fig. 99.

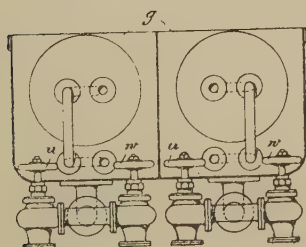


Fig. 100.

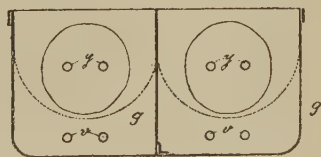


Fig. 101.

anciennes poches Puvrez. Remarquons seulement que les poches ont une position inclinée et portent à leur extrémité un robinet, par lequel on peut faire écouler les écumes dans une rigole spéciale.

The Pulsometer Engineering Company limited (**) (à Londres) a inventé, de son côté, un appareil de filtration mécanique qui ressemble plutôt aux anciens

(*) Z. 33, p. 734, et O. XXI, p. 894.

(**) N. Z. XI, p. 171.

filtres Taylor qu'aux poches Puvrez. Cet appareil peut tourner autour de tourillons creux qui servent en même temps pour l'entrée et la sortie des jus. Les jus passent par un grand nombre de sacs placés verticalement et lestés inférieurement par des poids pour les maintenir dans leur position. Les sacs se touchent mutuellement et ne sont séparés par des tirants qu'aux points où 3 sacs se touchent en même temps. Le nettoyage et le lavage des sacs se font dans l'appareil même.

●. **Puvrez** a fait aussi breveter récemment un appareil dénommé « bac-filtre » comme perfectionnement rationnel de son système de filtration universellement connu sous le nom de : Filtration économique ou filtration par poches (fig. 102).

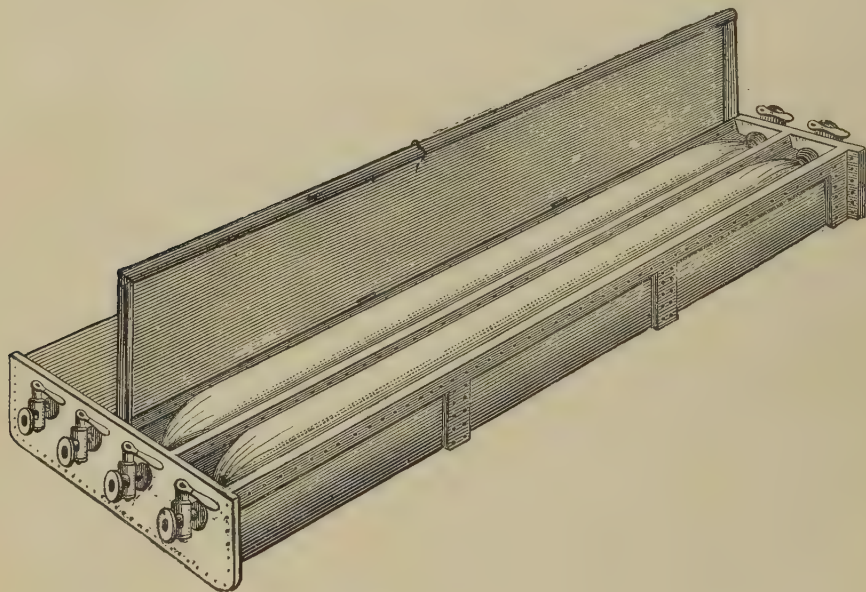


Fig. 102.

Il se compose d'un réservoir en tôle subdivisé par des formes ou auges en toile métallique, en plusieurs compartiments qui reçoivent les poches filtrantes en tissu de coton spécial. Ces poches sont donc maintenues dans une position déterminée sur une surface à claire-voie. Le fond des auges ne touche pas le fond du réservoir, mais en est séparé par un espace où se réunissent tous les liquides filtrés ; chaque poche est attachée par ses deux extrémités : d'un côté à un premier avant-bout communiquant à une soupape d'entrée des jus, et de l'autre à un second avant-bout relié à une soupape d'évacuation des matières troubles. On ménage aux auges une légère pente de la soupape d'entrée à la soupape de sortie. En marche, la première est ouverte et la seconde fermée. Les liquides pénètrent dans la poche, traversent le tissu, se réunissent dans le double fond formant bac d'attente et s'écoulent par une tubulure quelconque. Pour renouveler une poche, on ferme ce robinet d'arrivée et on ouvre le robinet de sortie.

Le dépôt et le liquide trouble s'écoulent complètement, par suite de la pente. On enlève alors le tissu.

Le bac-filtre est muni d'un couvercle à charnières qui se maintient fermé pendant le fonctionnement de façon à éviter les pertes de chaleur.

Le même inventeur fait aussi construire un appareil de filtration plus complet qu'il dénomme : Filtre mécanique perfectionné (*) (fig. 103).

Ce filtre a sensiblement l'aspect d'un osmogène. Les cadres sont divisés dans le sens de leur largeur en deux compartiments inégaux dont l'un a une surface double de l'autre. Une cloison verticale sépare ces deux compartiments et empêche la communication.

Les liquides arrivent au bas du filtre dans un premier canal distributeur et sont introduits dans l'intérieur des cadres de rang pair, seulement, par un petit

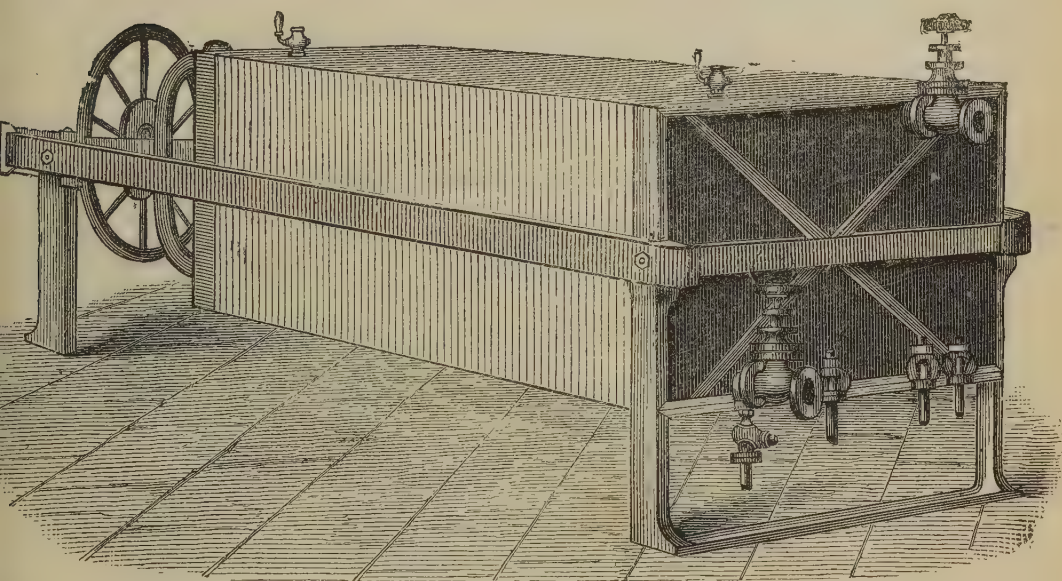


Fig. 103.

conduit ménagé dans l'épaisseur du bois. Les compartiments de rang impair sont reliés de la même façon par un autre canal situé à la partie supérieure. Tous les cadres sont garnis de toiles filtrantes. Les liquides arrivent dans les cadres pairs, traversent le tissu, se trouvent alors dans les cadres impairs et se réunissent à la sortie qui s'effectue par le canal supérieur. Par un tuyau placé à l'extérieur du filtre, ces liquides filtrés une première fois sont repris et ramenés au bas du second compartiment plus petit dans lequel ils subissent la seconde filtration en suivant un parcours analogue au précédent. Les liquides sortent finalement à la partie supérieure. D'après l'inventeur, les avantages particuliers de son filtre seraient les suivants :

Division rationnelle des cadres qui attribue à chacun des compartiments

une surface en rapport avec le travail qu'il a à fournir, en ce sens que la première filtration étant plus laborieuse que la seconde, qui s'adresse à des liquides déjà limpides, doit s'effectuer sur une surface plus considérable. Disposition qui maintient tous les cadres pleins de liquide lors des interruptions de travail, ce qui évite dans ce cas le contact de l'air avec le dépôt adhérent à la toile.

Introduction et sortie des liquides en un seul jet.

A. Perret, fabricant de sucre à Roye (Somme, France), vient d'imaginer un appareil, dénommé *filtre-éponge*, remplaçant le noir et dont **A. Girard** a donné une description (*) (fig. 104).

Le filtre-éponge se compose d'une masse de coton peu tordu et tissé à larges mailles, plongeant dans une noyère ou bac en tôle d'une longueur indéterminée et d'une section de 45 60 centimètres. Afin de multiplier les surfaces

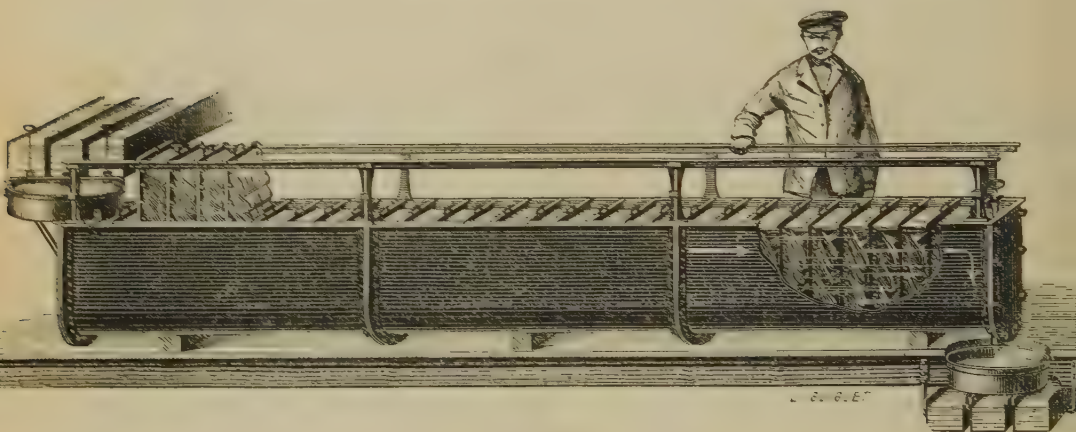


Fig. 104.

de contact, on place sur toute la longueur du bac, de 20 en 20 centimètres, des cadres en tôle perforée ou en fer paillasson : sur ces cadres, le tissu de coton serré en nombreux plis rappelle les feuillets d'un livre.

Les *cadres-éponges* sont les éléments du filtre. On les serre à volonté, parallèlement entre eux, et verticalement dans le bac à filtrer.

Le jus arrive par une extrémité du bac et sort par l'autre, après s'être dépouillé des substances en suspension. En pratique, on fait d'abord servir le filtre aux jus concentrés, puis aux jus faibles. Après six heures, on revivifie la matière filtrante. Pour cela, on vide le bac dont le jus est envoyé aux filtres-pressés. Les *cadres-éponges* sont élevés de quelques centimètres pour l'égouttage, puis ils sont lavés sur place, et à plusieurs reprises, par agitation dans l'eau pure.

Les eaux de lavage sont rejetées au dehors.

Pour un travail de 2000 hectolitres, il faut les longueurs suivantes de *filtre-éponge* :

6 mètres après les presses d'extraction du jus ;

(*) S. I., 21, n° 19, et 22, n° 12.

6 mètres entre la première et la deuxième carbonatation ;

18 mètres pour les jus faibles et les jus concentrés!!!

6 mètres pour les sirops deuxièmes jets.

Par une ingénieuse combinaison d'*attraction moléculaire*, de *capillarité*, d'*endosmose*, l'auteur arrive par l'application du filtre-éponge à la *décoloration*, *épuration*, *absorption des cendres*, etc., etc. (Par exemple, à une augmentation de quotient salin de 3 degrés rien que par le passage dans la nochère.)

L'appareil a magnifiquement marché... chez l'inventeur.

E. Loze, directeur-gérant de la sucrerie de Fleurus (Belgique), et **A. Hélaers**, industriel à Braine-le-Comte, ont imaginé un *filtre mécanique à effets multiples* très ingénieux, destiné spécialement à la filtration des jus et sirops en remplacement du noir. *Armand Le Docte*, dans une étude sur le travail sans noir, donne une description du filtre à effets multiples et quelques considérations sur son fonctionnement et ses applications que nous résumons ci-après (*).

Le *filtre à effets multiples* a l'aspect d'un filtre-pressé et comporte 53 cadres formés d'un encadrement de 0^m70 de côté, composé lui-même de traverses de 10 centimètres de large et 28 millimètres d'épaisseur. L'intérieur des cadres est vide. Deux barrettes réunissent les traverses supérieures et inférieures et servent d'appui à la toile filtrante.

Tous les cadres sont percés dans l'épaisseur de la traverse supérieure d'une ouverture ovale, constituant le canal d'arrivée du liquide lorsque l'appareil est monté. Ils se subdivisent en trois catégories présentant des dispositions particulières, savoir : cadres d'entrée, cadres intermédiaires, cadres de sortie. Le jus arrive à l'intérieur des premiers par un petit conduit vertical foré dans la largeur de la traverse supérieure et communiquant avec le grand canal distributeur.

Ils sont munis, en outre, d'un robinet déversant le contenu du cadre dans la nochère spéciale de vidange lorsqu'on désire une vidange instantanée.

Les seconds ne présentent aucun orifice. Les troisièmes peuvent être, suivant les cas, disposés de plusieurs manières : la sortie du jus peut s'effectuer soit par un robinet inférieur déversant le liquide dans la nochère des liquides filtrés, soit par un petit conduit vertical placé dans la traverse supérieure et communiquant avec un grand canal collecteur de sortie parallèle et disposé comme le canal de distribution.

Cette dernière disposition n'est appliquée que dans les *filtres à simple effet*, et alors que l'installation et l'emplacement des filtres l'exige, car elle est moins favorable. Comme, dans ce cas, les cadres d'arrivée et de sortie restent pleins, on les vide préalablement lors de la vidange au moyen de deux séries de robinets et de deux nochères placés aux deux côtés du filtre. Les cadres se montent dans l'ordre suivant : 1 arrivée ; 2 intermédiaire ; 3 sortie ; 4 intermédiaire ; 5 arrivée ; 6 intermédiaire ; 7 sortie, etc. ; chaque cadre est garni d'une toile filtrante de coton, très serrée. Le parcours du jus est le suivant : arrivée en 1 ;

(*) J. d. F. S., 24, n° 52, et S. I., 22, n°s 25 et 26.

passage à travers la toile qui sépare 1 et 2, d'où arrivée en 2; passage au travers de la toile qui sépare 2 et 3, d'où arrivée en 3, finalement sortie; même trajet de 5 en 4, puis en 3, et de 5 en 6, puis en 7, etc.

Si, au lieu de séparer les cadres d'arrivée et de sortie par un seul cadre intermédiaire, on en dispose 2, 3 ou 4, le jus devra traverser 3, 4 ou 5 toiles, d'où la filtration multiple et le nom donné à l'appareil. Si le cadre intermédiaire, par contre, est supprimé, la filtration s'effectue alors à simple effet.

On emploie le filtre à simple effet pour le jus provenant de la première carbonatation et des filtres-presses, ainsi que pour les sirops deuxièmes jets et les produits de l'osmose. Les filtres à double effet s'appliquent aux jus de seconde carbonatation et aux jus concentrés du triple effet. L'appareil mis en marche fonctionne *sans interruption, sans aucun nettoyage* pendant les périodes suivantes, variant suivant les soins apportés au travail et l'état de conservation des betteraves en fin de campagne : après la première carbonatation, de 12 à 24 heures; après la *deuxième carbonatation de 48 heures à 7 jours*; après la concentration de 24 à 72 heures; pour les produits d'osmose, de 12 à 24 heures.

Pour vidanger, on ferme le robinet d'arrivée des jus et on laisse égoutter ce qu'il y a dans les cadres, ou bien, pour aller plus vite, on vide par les robinets et la nochière spéciale le contenu des cadres d'arrivée, et on desserre les vis; les toiles s'enlèvent en les tirant simplement. Pour placer les toiles propres, on les suspend par trois œillets aux trois pitons correspondants que porte chaque cadre, et l'on serre l'appareil. L'arrêt, vidange, changement des toiles demandent 20 minutes. Les toiles se nettoient par débordage et rinçage à l'eau chaude. Un coup de brosse est quelquefois nécessaire.

La pression du jus à donner est de 1^m50. Un filtre à simple effet débite alors par 24 heures 3,000 à 3,500 hectolitres de jus de première carbonatation, et un filtre à double effet débite 2,000 à 2,500 hectolitres de jus après deuxième carbonatation et l'équivalent de 3,000 à 3,500 hectolitres en jus concentré à 20 ou 30° Baumé chaud. Une fabrique de 2,500 hectolitres doit employer : 2 filtres double effet après la deuxième carbonatation; 1 filtre double effet pour les jus concentrés, et 2 filtres simple effet après la première carbonatation si on le désire.

En sucrerie, on doit se borner à filtrer en double effet. On obtient ainsi les meilleurs résultats généraux.

Les résultats obtenus à l'aide du filtre à effets multiples sont magnifiques. La limpidité et le brillant des jus sont incomparables. Il faut voir le travail pour s'en faire une idée.

Loze et Hélaers (*) ajoutent : Il faut éviter dans ce genre de filtre la multiplicité des ouvertures de la toile filtrante et surtout des ouvertures à deux extrémités opposées de la toile. Par l'usage, en effet, la toile se rétrécit beaucoup, et après huit jours, les trous ne correspondent plus, d'où une grande dépense de tissu.

La sortie des liquides filtrés doit se faire individuellement et visiblement pour chaque cadre en particulier, afin que l'on puisse vérifier la marche et l'effet filtrant de chaque cadre et observer si chaque toile ne laisse passer que du jus absolument limpide, ce qui n'est pas possible avec une sortie générale des liquides filtrés analogue à l'entrée.

Lors des nettoyages des toiles, il faut s'arranger de manière à toujours

(*) Le travail sans noir.

replacer en première filtration les toiles qui servaient à la première filtration, et à la deuxième celles qui s'y trouvaient avant le nettoyage, afin d'obtenir le maximum d'effet utile. Les toiles de première filtration s'usent plus rapidement que les toiles de la deuxième. Lorsqu'elles sont usées, on emploie en première filtration le tissu appliqué précédemment en deuxième, et on garnit de toiles neuves les cadres de deuxième filtration. On arrive ainsi à la dépense minimum en tissus.

La surface filtrante consacrée à la deuxième filtration *doit toujours être égale, sinon supérieure* à celle employée à la première filtration. En effet, la première surface reçoit le jus le moins clair, elle s'obstrue plus rapidement, *mais elle reçoit aussi toute la pression du liquide.*

La seconde surface reçoit du jus déjà limpide, mais ce jus doit se filtrer à travers *la deuxième toile de lui-même et sans aucune pression.* Or on observe qu'après un temps de marche suffisant, le second cadre finit par se remplir de liquide, ce qui *prouve clairement que toute la surface de la seconde toile est devenue nécessaire pour filtrer le jus passant à travers la première toile.* C'est, du reste, sur ce point que l'on se base pour juger le moment venu de nettoyer le filtre.

Le filtre à effets multiples réalise ces conditions et présente, en outre, les avantages suivants : usure des toiles insignifiantes par suite des dispositions précédentes et des cadres en bois ; filtration à l'abri complet de l'air, c'est-à-dire absence de l'air au moment même où le liquide traversant les pores de la toile se trouve subdivisé à l'infini, ce qui est seul important d'éviter ; aucune perte de calorique ; aucune main-d'œuvre.

Si l'on applique un filtre mécanique en supprimant le noir, il faut s'attacher à faire arriver sur le filtre le jus le plus dépouillé de corps en suspension, comme on le fait pour le filtre à noir.

Le filtre à effets multiples permet de supprimer le noir sans aucun danger à quelque point de vue que ce soit. Dans le travail sans noir, il faut apporter à l'épuration par la chaux et l'acide carbonique, des soins et une surveillance incessantes et porter surtout son attention sur les points suivants : 1^o la qualité de la pierre calcaire et la nature des impuretés qui s'y trouvent ; 2^o la qualité du coke au point de vue de la quantité et de la nature des cendres ; 3^o le point final de la première carbonatation ; 4^o l'état du jus à son arrivée en seconde carbonatation ; 5^o le point d'arrêt de cette seconde carbonatation ; 6^o la quantité et la qualité des graisses employées à l'extinction des mousses ; 7^o la forme des récipients de première et de deuxième carbonatation, considérée surtout au point de vue de la vidange ; 8^o le genre de distributeur d'acide carbonique employé.

L. Wackernie(^{*}), à Paris, a imaginé également un appareil de filtration mécanique applicable aux jus sucrés. Ce filtre est représenté par la figure ci-contre. Il se compose d'un vase en fonte, forme cylindrique, muni d'un couvercle boulonné et de plusieurs robinets et soupapes. La capacité intérieure est assez restreinte. Elle est sectionnée par des diaphragmes et renferme deux couches de matière filtrante. La première est composée d'une substance minérale non

(^{*}) J. d. F. S., 24, n^o 26, 42, 50.

poreuse et sert de débourbeur; la deuxième est formée par un produit poreux très divisé et achève la filtration (fig. 105).

Le jus arrive par la soupape *A*; en *B* se trouve la sortie des liquides filtrés; en *C* l'arrivée de l'eau, et en *D* l'arrivée de vapeur pour la revivification de la matière filtrante; en *E*, sortie des eaux de lavage; *F*, purgeur d'air et robinet d'épreuve; *G*, soupape de sûreté; *H*, arrivée de l'eau pour le désucrage avant revivification.

La pression exercée par le jus est ordinairement de 3 mètres. L'appareil débite alors 2,000 hectolitres de jus par 24 heures. On peut augmenter ou diminuer la pression, mais le débit s'en ressent nécessairement. On revivifie après 6 heures de marche dans l'application aux jus faibles, et après 12 heures

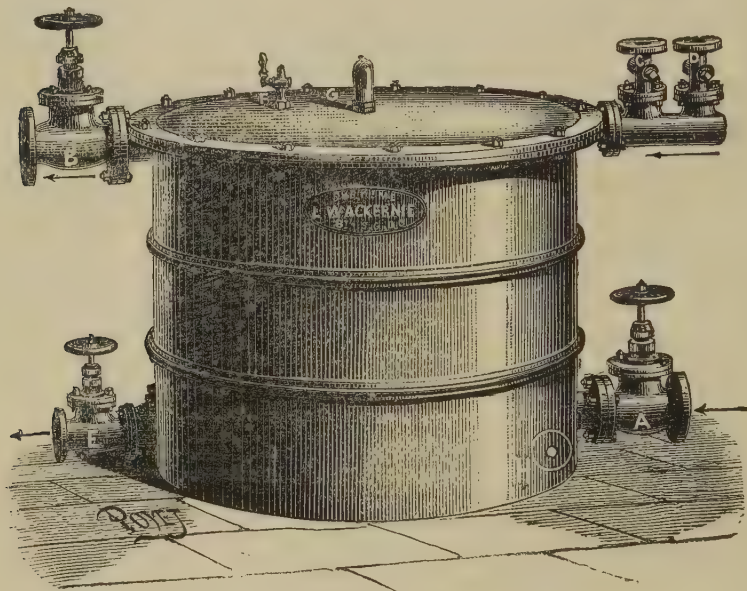


Fig. 105.

dans l'application aux jus concentrés. La revivification s'effectue dans l'appareil même par un courant d'eau suivi d'un jet de vapeur. La substance filtrante dure très longtemps. On voit par la disposition des robinets que le liquide filtre de bas en haut. Le lavage se fait en sens inverse.

J. LAVAGE DES FILTRES A NOIR.

Max Müller (*) (à Gorgast) a construit un petit appareil destiné à prendre un échantillon moyen des eaux de lavage de chaque filtre (fig. 106).

Les eaux de lavage de tous les filtres doivent passer par le tuyau *H* que l'on

(*) B. Z. VII, p. 323.

peut ouvrir par la soupape *A* en tournant la petite manivelle *A'* à gauche, ou fermer, en tournant la manivelle *A'* à droite. La soupape *A* se prolonge à sa partie inférieure en un noyau *C* qui entraîne par frottement le manchon *d* quand on ferme la soupape.

Le manchon *d* porte une roue dentée *s* et un plateau *F*.

Pendant qu'on ouvre la soupape *A*, un crochet *K* empêche la roue *s* de tourner, de sorte que le manchon n'est pas entraîné dans le mouvement du noyau *c*. Le plateau *F* porte plusieurs verres d'essai *g*, dont l'un est toujours placé sous le robinet double *h' h''*. L'ouverture de ce robinet est réglé de façon qu'un des verres *g* peut se remplir à peu près à moitié pendant toute la durée de l'écoulement des eaux de lavage d'un filtre. On ferme ensuite le robinet *A*, et le plateau *F* tournera avec le manchon *d* de manière à faire passer un nouveau verre vide *g* sous le robinet *h' h''*.

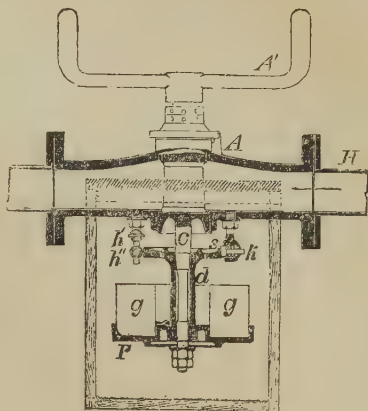


Fig. 106.

K. REVIVIFICATION DU NOIR ANIMAL.

On distingue deux manières différentes de revivifier le noir animal que nous pouvons appeler

- A) *La méthode conservatrice* ;
- B) *La méthode destructive*.

Divis (*) est partisan de la première méthode.

Il croit inutile de traiter le vieux noir par beaucoup d'acide chlorhydrique qui était nécessaire dans le temps, alors que les jus contenaient beaucoup de chaux que le noir devait absorber. Aujourd'hui, tout cela a été changé. On est arrivé à pousser la carbonatation jusqu'à 0,02 % d'alcalinité, et puis on éloigne encore toutes les matières en suspension par les poches Puvrez ou les filtres-presses. Les jus ne contiennent ainsi plus que de la potasse et des traces insignifiantes de chaux, et n'ont pas besoin d'un traitement radical. L'usage de faire bouillir ensuite le noir avec de la soude n'a également aucune raison d'être, et doit être considéré même comme un moyen dangereux, puisqu'il peut avoir pour effet de couvrir le noir d'une mince couche de carbonate et de phosphate de chaux, si ces substances n'ont pas été éloignées auparavant complètement. Le lavage du noir avec un mélange d'eau froide et d'eaux ammoniacales a le même inconvénient et peut donner également un précipité de carbonate de chaux. Enfin, quand on pousse trop loin la calcination du noir, le noir peut se couvrir d'une espèce de vernis.

(*) B. Z. VII, p. 390.

Voici, d'après lui, la meilleure méthode de revivifier le noir qui sort des filtres :

Le noir est acidifié à une température modérée avec de l'eau contenant $1/2\%$ d'acide chlorhydrique, et cela dans le but unique d'obtenir des surfaces rudes. Au bout de trois à quatre jours, on fait écouler l'eau qui est devenue sale et collante, et l'on remplit le bac à noir avec des eaux ammoniacales. Il se fait une diffusion rapide, et au bout d'une heure, on peut faire écouler déjà l'eau de lavage ; cette opération se répète deux ou trois fois. On essaye alors si le noir contient encore du soufre, et dans ce cas, on le fait bouillir assez longtemps avec des eaux ammoniacales ou mieux avec une solution de sel ammoniac. Enfin on fait calciner le noir à une température très modérée.

Le noir qui n'a pas été traité convenablement se recouvre d'un vernis qu'on peut éloigner soit par un moulin concasseur décorticateur, soit en jetant le noir encore chaud dans de l'eau froide acidulée.

Modelk combat ce dernier moyen, qui aurait pour effet non pas de détruire le vernis, mais de faire éclater le noir en petits morceaux. Il donne la préférence à la méthode soi-disant destructive, c'est-à-dire qu'il ne craint pas de traiter au besoin le noir trois fois de suite par 5% , ou en tout par 15% d'acide chlorhydrique, les essais de Weiler ayant démontré qu'en opérant même avec 10% d'acide chlorhydrique, la matière constitutive du noir n'est pas encore attaquée d'une manière fort sensible. De même il conseille une calcination énergique.

Il n'y a pas eu, l'année dernière, beaucoup de modifications dans les appareils qui servent à la revivification du noir.

Les bacs de fermentation, dans lesquels le noir animal est soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, de l'eau et parfois de la vapeur ont le plus souvent de très grandes dimensions (p. ex. un volume de 80 mètres cubes), et il est fort difficile, par suite, de rendre uniforme l'action de ces agents sur le noir, et de permettre un écoulement facile par le fond de ces bacs.

Pour obvier à ces inconvénients, **C. Francisei** (*) (*à Schweidnitz*) a imaginé de placer dans le bac de fermentation un double fond composé de plaques en

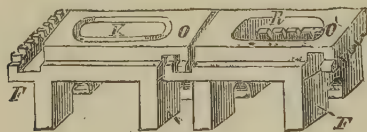


Fig. 107.

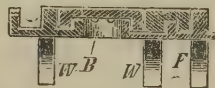


Fig. 108.

argile réfractaire fortement cuite, qui sont inattaquables par les acides et les alcalis (fig. 107 et 108).

Ces plaques ont des fentes longitudinales *O* qui sont couvertes par des capsules *K*, dont les rebords inférieurs sont dentelés. Les rebords *R* de la plaque qui entourent la fente sont également dentelés ; seulement cette dentelure est disposée un peu plus haut que celle des capsules, de manière à donner une fermeture hydraulique *W*. La même chose a lieu pour les rebords situés aux

(*) N. Z. XI, p. 208.

deux extrémités de chaque plaque *F* qui sont également dentelés de telle façon que leur dentelure est à une hauteur différente de celle de la plaque voisine, de manière à former aussi une fermeture hydraulique.

Il reste ainsi entre ces rebords et de même entre les rebords des capsules des ouvertures que l'on remplit avec des tresses de crin légèrement enlacées. Ces tresses empêchent complètement le passage du noir animal, sans gêner celui de l'eau, de la vapeur, etc. — A leur partie inférieure, les plaques reposent par des pieds sur le fond des bacs. Quand tout est mis soigneusement en place, toutes les plaques réunies forment supérieurement une surface unie, sur laquelle on peut exécuter avec le râble ou la pelle toutes les opérations nécessaires sans difficulté aucune. — La pose et le désassemblage de ces plaques se font facilement et les tresses en crin peuvent servir indéfiniment.

La fabrique de Gutschdorf (*) (Silésie), qui avait employé ces plaques, en est fort satisfaite.

Kohle (**) donne le dessin d'un nouveau système de laveur à noir employé à Türmitz et Zleb (Bohême). Ce système aurait, d'après l'inventeur, l'avantage de débarrasser le noir complètement de la poussière, tout en le lavant soigneusement et en le protégeant contre toute destruction.

Delavierre, directeur de la Sucrerie Centrale de Souppes (Seine-et-Marne, France), a imaginé un laveur à noir dont voici une description sommaire (***) :

L'appareil se compose d'une caisse en tôle de 3 mètres de long sur 0^m,45 de large et ayant comme fond trois tôles perforées, disposées en cascade et légèrement inclinées vers l'une des extrémités qui se trouve ouverte, afin que le noir puisse tomber librement. La caisse est portée par six ressorts fixés sur un bâti en bois ou fer, de façon à se prêter à un mouvement de trépidation (donné par une transmission à laquelle est adapté un rochet à 5 dents) qui fait avancer et tomber le noir de la première tôle sur la deuxième, de la deuxième sur la troisième et de la troisième à l'extérieur. Au-dessus de la caisse et sur toute la longueur se trouve un serpentín d'arrosage disposé de manière que tous les points du laveur reçoivent toujours une même quantité d'eau. L'appareil peut laver 15 hectolitres de noir à l'heure. Usure de noir très réduite, paraît-il. Un homme suffit à la manœuvre.

Avant d'être soumis à la calcination, le noir animal est généralement séché sur des plaques en fonte disposées au-dessus des carneaux des fours à noir, dont la température est de 250° à 300°. Cependant, le *Dr. Seyferth* et d'autres ont démontré que déjà à cette température le noir perd en partie l'élément le plus précieux qu'il contient, son carbone. De plus, comme il faut retourner le noir à plusieurs reprises, on risque fort de transformer une partie du noir en poussière.

(*) Z., 33, p. 576.

(**) B. Z. VII, p. 202.

(***) J. d. F. S., 24, n° 47.

E. Hänel et Gebauer (*) (à *Sudenburg-Magdeburg*) ont tâché d'éviter ces inconvénients en séchant le noir animal dans les chaudières *c* dans lesquelles il a été traité préalablement par l'eau bouillante (appareil Eisfeld) (fig. 109).

A cet effet, le carneau de sortie *h* du four à calciner est élargi avant son entrée dans la cheminée *k*, de manière à former une espèce de chambre *i*. On place dans cette chambre des tuyaux en fer forgé *b* et *c* qui passent également par le carneau et qui communiquent d'un côté avec une pompe à compression *a*, et de l'autre côté avec les dômes des appareils Eisfeld. La pompe introduit ainsi

dans ces appareils de l'air à 150°-180° centigrades, au moyen duquel le noir est séché complètement. Les robinets de vidange des chaudières ne doivent être ouverts qu'à moitié, de manière à maintenir dans l'appareil une faible tension qui favorise la répartition uniforme de l'air. On entend alors un certain sifflement produit par la sortie de l'air humide. La disposition est complétée par un réservoir régulateur *l* et par une soupape de sûreté *f*.

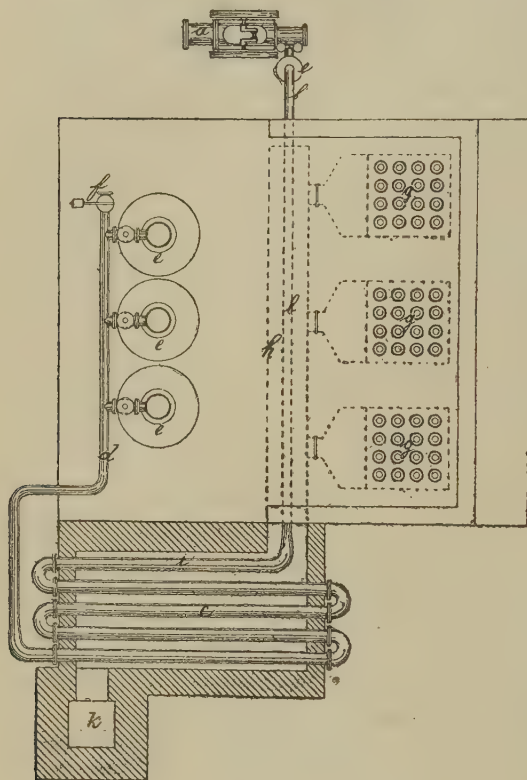


Fig. 109.

Le tube *a* est en fonte et porte des nervures *b b* à sa circonférence. Il est fermé à sa partie supérieure et présente un tube latéral *l* destiné à dégager les gaz développés pendant la calcination. A sa partie inférieure, il porte deux registres *f* et *g*. Le tube *a* est placé dans un creuset en terre réfractaire *d* qui est entouré par les gaz provenant de la combustion.

Quand il s'agit de faire écouler une partie du noir calciné, on ouvre le registre *g* et puis le registre *f*. Le noir tombe du cylindre *a* dans le cylindre en tôle *m*, et de là dans un deuxième cylindre en tôle qui sert à laisser refroidir le noir à l'abri de l'air. Les gaz qui se développent pendant la vidange entre

Jos. Nepp (**) (à *Prenzlau*) a donné une forme particulière aux tubes verticaux des fours à calciner le noir, de manière à empêcher l'action de l'air sur le noir chauffé et à permettre une libre sortie aux gaz qui se développent pendant la calcination (fig. 110).

(*) N. Z. XI, p. 104.

(**) B. Z. VII, p. 132.

f et *g* peuvent se dégager par les petits tuyaux *c c* dans l'espace annulaire réservé entre *a* et *d*.

NOIR ARTIFICIEL.

Depuis longtemps on a fait des recherches (*) pour préparer artificiellement un corps qui pourrait remplacer avantageusement le noir animal. **Piliter** mélangeait à cet effet de la gélatine provenant du traitement de cuirs par de la soude caustique avec du phosphate de chaux finement pulvérisé dans les mêmes proportions qui existent dans les os et calcinait le tout en vase clos. Ce noir artificiel n'a pas cependant la solidité et la porosité du noir naturel.

Melsens imprégnait des substances organiques (telles que la sciure de bois, la tourbe, etc.) d'une solution de phosphate de chaux dans l'acide chlorhydrique ou d'une solution de sulfate d'alumine, et soumettait la masse à une distillation sèche. Ce noir artificiel paraît offrir les mêmes inconvénients que le noir de *Piliter*.

D'autres ont eu recours au schiste bitumineux.

Gawalovsky imbibait la pierre ponce de sang, puis soumettait la masse à une distillation sèche.

Stranecky imbibait le liège fossile d'une solution de colle et soumettait la masse également à une distillation sèche.

Johnson et Barby imprégnaient l'argile cuite, granulée de carbone, soit en l'imbibant de substances organiques liquides, soit en la mélangeant avec des substances organiques solides et en soumettant le mélange à une distillation sèche.

Ziegler pétrissait de l'argile avec environ 10 % de goudron, dont les éléments volatils avaient été chassés par une dissolution préalable et auquel on avait ajouté 10 à 20 % de sel. On formait avec cette masse de minces tigettes qu'on distillait à l'abri de l'air, puis on enlevait les sels par un lavage. Ce noir artificiel ne pouvait pas être revivifié fréquemment.

Hamelle mélangeait 100 parties d'argile ferrugineuse avec 5 parties de phosphates et 25 parties de sang, et **Rousseau** eut même recours aux excréments pour imprégner l'argile de carbone.

Practorius ajoutait à l'argile, pour la rendre plus poreuse, du charbon de bois, au maximum 33 %, puis, pour rendre le mélange plus solide, il y ajoutait du spath fusible et du feldspath, et calcinait le tout à une très haute température.

Kükenthal voulait augmenter la porosité de l'argile en la mélangeant avec beaucoup d'eau et en étendant cette bouillie en mince couche sur des plaques chauffées de 600 à 800°.

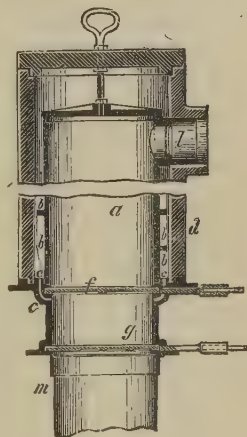


Fig. 110.

(*)_B. Z. VII, p. 23.

W. Obschewsky (*Berlin*) trouve que tous les procédés que nous venons de citer ne donnent pas de bons résultats et propose la méthode suivante :

De l'argile qui contient déjà à l'état naturel du carbonate de chaux ou qui a été mélangé au besoin avec ce sel, est finement pilée et puis cuite à la température de 960° à 1000° centigrades. Le carbonate de chaux perdant à cette température son acide carbonique, la porosité de l'argile augmente déjà pour cette raison ; de plus, la solidité de la masse est notablement augmentée par suite de la formation de silicate de chaux. La masse cuite est brisée en morceaux de la grosseur voulue, puis elle est épuisée avec de l'acide chlorhydrique brut et dilué. On éloigne ainsi la chaux et une partie de l'acide silicique.

Quand la masse est devenue sèche, on l'imprègne de sang, de colle, de goudron, de résidus de la distillation du pétrole, etc., puis on calcine à l'abri de l'air, à l'effet de faire déposer le carbone dans les pores de la masse. Si l'on imprègne la masse de sang, 4 % de carbone se déposent dans les pores ; si on l'imprègne de colle, on peut obtenir jusqu'à 15 % de carbone. 6 à 8 % de carbone paraissent être la dose la plus convenable.

Ce noir artificiel ressemble d'une façon étonnante au noir naturel. Un litre de la masse pèse 0,7 à 0,8 kilogramme, de même qu'un litre de noir animal. Le poids spécifique de l'argile est de 2,6 à 2,65 alors que le poids spécifique de la matière constituant le noir animal est de 2,7.

Le noir artificiel a l'avantage sur le noir naturel de n'être attaqué ni par l'acide chlorhydrique dilué, ni par une chaleur de 1000° (point de fusion de l'argent).

Le prix du noir artificiel varie entre 25 et 30 francs le mètre cube, partout où l'acide chlorhydrique n'est pas à un prix trop élevé.

L'emploi des substances azotées, telles que le sang, la colle en solution, doit être préféré à celui du goudron, etc., parce que le noir préparé de la première manière a un pouvoir décolorant et absorbant beaucoup plus considérable.

W. Obschewsky a modifié plus tard (*) son procédé, en chauffant avec l'acide chlorhydrique la masse d'argile poreuse après que celle-ci avait été lavée à l'acide et à l'eau, et puis séchée. On décompose ainsi presque entièrement les silicates d'alumine, de chaux et de fer, et il ne reste qu'un peu de silicate d'alumine inattaquable par les acides concentrés. Enfin on imprègne avec de la colle, du goudron, etc., et on soumet le tout à une distillation sèche.

Unger et Wazem (**) composent un noir artificiel en calcinant à l'abri de l'air divers résidus organiques, tels que des résidus animaux, des résidus divers (provenant de fabriques de savon, de colle, de cuir, etc.), de vieux souliers (!!), etc. Il obtient ainsi une poudre très riche en azote. Cette poudre est mélangée en proportion déterminée avec de la pierre ponce pulvérisée.

Après avoir ajouté du lait de chaux, le mélange est moulé et pressé. Alors, au bout d'un certain temps, l'acide silicique qui se trouve dans la pierre ponce formera avec la chaux un corps d'une grande solidité. On peut aussi remplacer le lait de chaux par de la chaux pulvérisée, et on peut également supprimer le moulage.

Enfin on peut remplacer la chaux par du phosphate de chaux, et remplacer

(*) N. Z. XI, p. 67.

(**) N. Z. XI, p. 218.

les résidus animaux par des résidus végétaux, tels que les cossettes épuisées des betteraves (!!!).

F. Kleeman (à *Schöningen*) préfère filtrer les liquides par trois ou quatre couches successives. La première couche se compose d'un mélange de poudre de coke, de goudron, de houille et de poix, le tout soumis à une forte pression dans un moule approprié. La deuxième est un mélange de noir animal et de colle comprimés, et la troisième de charbon de bois et de goudron de houille, également comprimés. Enfin on donne parfois une quatrième couche de la même composition que la première. Toutes les couches sont moulées de façon à former toutes ensemble un seul corps. Pour augmenter la vitesse de la filtration, le liquide à filtrer arrive souvent sous pression sur la première couche, ou est aspirée par une pompe à travers la dernière couche.

M. PRÉPARATION DU NOIR ET DE L'AMMONIAQUE.

Disons encore quelques mots sur un appareil continu breveté pour **MM. Castner** (*) (à *New-York*), et destiné à fabriquer avec des os et d'une façon continue du noir animal et de l'ammoniaque (fig. 141).

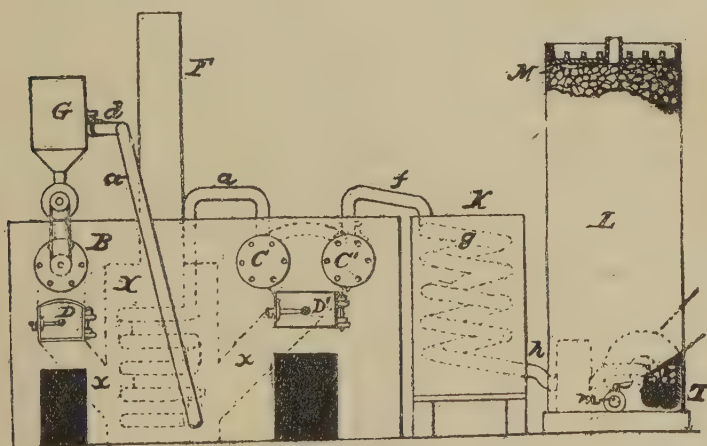


Fig. 141.

Les os réduits en morceaux par un moulin *G* tombent dans un cylindre horizontal *B* qui est soumis à la chaleur intense d'un foyer *D*. Une hélice qui tourne au milieu du cylindre *B* fait avancer les os lentement jusqu'au bout du cylindre en les soumettant à une calcination énergique. Les os calcinés tombent de là dans un vase clos (non indiqué sur la figure), dans lequel ils peuvent se refroidir à l'abri de l'air. Quand le vase clos est plein, il est remplacé par un deuxième vase, de sorte que le travail se fait d'une façon continue.

Les gaz qui proviennent de la calcination des os passent dans un tube *a*, dans lequel se trouve une ouverture spéciale pour l'entrée de l'air *d*. Les gaz

(*) N. Z. XI, p. 49.

mélangés à l'air passent alors dans un serpentín qui est placé dans une chambre à fumée mise en communication avec le foyer *D* et qui sert à oxyder les hydrocarbures et à réduire les matières azotées.

Les gaz passent ensuite successivement dans deux cylindres remplis de chaux vive *cc* et soumis également à la chaleur d'un foyer *D'*. Il se forme du carbonate de chaux et les matières azotées se transforment en ammoníaque. L'ammoníaque passe dans un réfrigérant *K*, et de là dans un petit réservoir (indiqué en pointillé à gauche de *m*), duquel on peut déjà recueillir une solution de carbonate d'ammoníaque.

La partie non condensée de l'ammoníaque passe de bas en haut par un filtre *L* rempli de coke ou de matières analogues *M*. En même temps, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique d'une concentration moyenne coule par le même filtre de haut en bas et absorbe l'ammoníaque. On fait repasser ensuite l'acide encore une ou plusieurs fois sur le même filtre *L* jusqu'à saturation complète.

A côté du premier couple de cylindres, on peut placer un second couple rempli de chaux, de manière à rendre cette partie de l'opération également continue.

Supplément au Chapitre II D.

A. Paschen (*Coethen*) vient d'inventer encore une nouvelle machine à aiguiser, qui paraît être très simple et facile à manier (fig. 112); elle consiste en un arbre horizontal qui supporte la fraise et un ajustage mobile dans tous les



Fig. 112.

sens autour d'un axe. C'est sur cet ajustage que se trouve fixé le couteau. Le tout est porté par un bâti léger, mais solide. Cette machine supprime complètement l'emploi des limes.

CHAPITRE IV

ÉVAPORATION ET CUITE

A. OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR L'ÉVAPORATION.

L'évaporation des jus se fait généralement dans des appareils à double effet ou à triple effet dont les 2 ou 3 caisses sont des cylindres à axe vertical ou horizontal.

Les caisses verticales ou appareils de Robert sont divisées en trois parties par deux cloisons horizontales, réunies par un grand nombre de tubes verticaux. Le compartiment inférieur, les tubes et une partie du compartiment supérieur sont remplis par le jus, tandis que la vapeur circule dans l'intervalle des tubes.

Dans les caisses horizontales, c'est, au contraire, la vapeur qui circule dans les tubes placés horizontalement, et c'est le jus qui les entoure. Enfin, dans la disposition de Walkhoff, les tubes sont remplacés par des serpentins.

La question d'évaporer économiquement les jus est certainement une des plus importantes dans la fabrication du sucre, et il ne faut pas s'étonner que des efforts nombreux aient été entrepris dans ce sens ; surtout en Autriche, où le régime fiscal impose la nécessité aux fabricants de produire des jus très dilués, dont la quantité va parfois jusqu'à 200 p. c. du poids des betteraves travaillées.

Nous citerons, parmi ces innovations, particulièrement les appareils de Jelinek et de Weibel-Piccard en Autriche, ceux de Rillieux en France, de Simirenko en Russie, etc.

Cependant avant de passer aux détails des appareils, nous croyons utile de donner un court résumé de la théorie de l'évaporation en prenant pour base de nos raisonnements les développements donnés par **Hugo Jelinek** (*) (*Prague*). Cela permettra peut-être à beaucoup de nos lecteurs d'apprécier plus facilement lequel des différents systèmes proposés mérite la préférence.

Nous prendrons le cas le plus simple, celui d'un appareil horizontal ou vertical à simple effet.

(*) Voir la brochure : *Les appareils d'évaporation et leur installation*, par Hugo Jelinek (*Prague*), 1^{re} partie.

N. B. Nous ne nous sommes pas tenus strictement aux lettres adoptées par M. Jelinek dans ses formules.

Observation. — Pour mieux répartir les responsabilités des deux auteurs, tous les articles composés par M. A. Le Docte seront désormais marqués par un astérisque (★); ceux de M. F. Sachs resteront sans marque.

Appelons :

t^0 La température du jus à l'entrée dans l'appareil ordinairement égale à 75°C .

t_1 La température du jus en ébullition égale dans la dernière caisse à 60°C . (en supposant qu'on peut produire un vide maximum de 0,608).

t_2 La température de la vapeur chauffant le jus égale à 112°C . (quand la vapeur de retour qui sert à chauffer l'appareil a une tension de $1 \frac{1}{2}$ atmosphère).

C Le coefficient de transmission se rapportant à un mètre carré de surface de chauffe par minute et par 1°C . de différence de température ($t_2 - t_1$). Ce coefficient est égal à 22 pour les appareils Wellner-Jelinek.

S La surface de chauffe de l'appareil d'évaporation.

$Q = S \cdot C (t_2 - t_1)$. Le nombre de calories transmises par la surface S .

P Le poids de la vapeur de chauffage condensée dans les tubes, exprimé en kilogrammes par minute.

P^1 Le poids de l'eau évaporée par cette surface de chauffe en kilogrammes par minute.

$$\text{On aura alors } Q = P (606,5 - 0,708 t_2) \\ \text{et } Q = P^1 (606,5 + 0,305 t_1 - t_0)$$

$$\text{d'où l'on déduit } P = \frac{Q}{606,5 - 0,708 t_2} \\ \text{et } P^1 = \frac{Q}{606,5 + 0,305 t_1 - t_0}$$

Appliquons ces formules pour un simple effet. Nous trouverons que le nombre de calories transmises par m^2 de surface de chauffe sera de

$$Q = 1 \times 22 \times (112 - 60) = 1144 \text{ calories,}$$

$$\text{et de même } P = \frac{1144}{606,5 - 0,708 \times 112} = 2,163 \text{ kilogrammes de vapeur,}$$

$$\text{et } P^1 = \frac{1144}{606,5 + 0,305 \times 60 - 75} = 2,08 \text{ kilogrammes d'eau.}$$

2,163 kil. de vapeur de retour peuvent donc évaporer 2,08 kil. d'eau ou 1 kil. de vapeur... 0,96 kil. d'eau.

La quantité d'eau évaporée par heure est de $2,08 \times 60 = 124,8$ kil.

Si nous faisons le même calcul pour un double effet, en supposant que la vapeur qui doit chauffer la deuxième caisse a une température moyenne de $\frac{112 + 60}{2} = 86^\circ \text{C}$.,

Nous obtiendrons :

a) Pour la première caisse $P = 1,083$ kil. de vapeur condensée.
 $P = 1,025$ kil. d'eau évaporée.

b) Pour la deuxième caisse $P = 1,025$ kil. de vapeur condensée.
 $P = 1,038$ kil. d'eau évaporée.

De même 1 kil. de vapeur de retour peut évaporer :

Dans un triple effet.	2,85 kil. d'eau.
— quadruple effet	3,79 — —
— quintuple effet	4,72 — —

Tous ces calculs ne sont pas rigoureusement exacts.

Ainsi nous avons supposé que le point d'ébullition du jus est le même que celui de l'eau, alors que le poids d'ébullition est en réalité :

Pour l'eau	100° C. —
Pour le jus de 30 % Ball	101° C. —
— — 50 % —	102° —
— — 60 % —	103° —
— — 70 % —	106° —
— — 79 % —	112° —
— — 90 % —	130° —

Ces différences ne sont pourtant pas très considérables quand il s'agit seulement de comparer différents systèmes d'évaporation.

Jelinek tire de ces formules une conclusion importante qui concorde avec un raisonnement analogue donné déjà précédemment par **Horsin-Déon** (*), savoir que *les surfaces de chauffe de plusieurs caisses d'un même appareil d'évaporation doivent être égales entre elles* quand on veut produire le même effet dans toutes les caisses, et que le principe, admis jusqu'ici, de faire la deuxième caisse plus grande que la première et la troisième plus grande que la deuxième, est faux. Même la raison, entendue fréquemment, qu'il faut faire les premières caisses plus petites que les dernières à cause des incrustations dont elles se chargent davantage est inadmissible, et il vaudrait beaucoup mieux nettoyer fréquemment l'appareil ou placer une caisse de réserve.

Après avoir posé ainsi nettement la question de principe, voyons quels moyens sont à notre disposition pour augmenter la force des appareils d'évaporation et pour économiser le combustible.

D'abord on pourrait augmenter la température de la vapeur de chauffe en renforçant la vapeur de retour par une injection de vapeur directe sortant des chaudières à vapeur. Cela aurait pour conséquence non seulement d'augmenter les différences de température, desquelles dépend la vitesse de l'évaporation, mais encore d'augmenter la vitesse du passage de la vapeur en produisant par suite une évaporation plus rapide. C'est là un des principes sur lesquels est basé le système Rillieux. Un autre avantage de ce système est la séparation logique des eaux condensées provenant des vapeurs intermédiaires (appelées eaux ammoniacales) et de l'évacuation par un tube spécial des produits gazeux (ammoniaque?) qui nuisent à l'effet de l'évaporation. D'autres ont proposé d'abaisser la température des vapeurs de condensation de la dernière caisse (ce qui aurait également pour effet d'augmenter la force des appareils d'évaporation) soit en interposant un calorisateur (pour les eaux ou pour les jus) entre

(*) Nous renvoyons ceux qui voudront étudier spécialement cette question au travail très détaillé publié par Horsin-Déon dans son *Traité de la fabrication du sucre*.

la dernière caisse et le condenseur, soit en augmentant la force de la pompe ou l'action du condenseur, soit en éloignant du condenseur les produits gazeux qui empêchent la production d'un vide considérable.

Ainsi **Louis Walkhoff** (de *Kieff*) propose un système de ce genre dont il n'a cependant pas cru utile de publier les détails.

Nous parlerons plus tard du système Weibel-Piccard, qui a pour principe d'utiliser les vapeurs dégagées par le jus non pas dans une autre caisse, mais dans la même caisse, en les soumettant à une compression qui fait augmenter leur température.

La vitesse du jus dans la caisse peut avoir également une grande influence sur la rapidité de l'évaporation, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes de Jelinek :

Vitesse du jus par secondes exprimée en mètres	$\left\{ \begin{array}{l} 0,312 \text{ — } 22,7 \\ 0,640 \text{ — } 33,6 \\ 1,020 \text{ — } 46,9 \\ 1,640 \text{ — } 69,9 \end{array} \right\}$	Calories transmises par mètre carré.
---	--	---

Il est encore un point important à considérer, c'est que la vapeur de chauffage, pendant tout le temps qu'elle doit agir, soit toujours à la même pression, et puisqu'une partie de la vapeur se condense, il faudrait diminuer graduellement la section des tubes ou de la caisse par laquelle passe la vapeur.

Enfin Jelinek insiste sur l'évacuation facile de l'eau de condensation et, par suite, il demande que la vitesse de la vapeur soit beaucoup plus considérable que dans les appareils ordinaires. Une sucrerie travaillant, par exemple, 200,000 kilogrammes de betteraves par 24 heures, utilise 120 chevaux-vapeur, ce qui exige environ 30 kilogrammes de vapeur par heure et par cheval. La vapeur de retour que nous pouvons admettre égale à celle de la vapeur directe, représente, à une pression absolue de 1.5 atmosphère, un volume de 12 mètres cubes par seconde. L'envoi de cette vapeur de retour dans la chambre de chauffe de l'appareil d'évaporation s'effectuant au moyen d'une valve de 0^m,25 de diamètre, la vapeur de retour y entre avec une vitesse de 23 mètres par seconde. Alors si l'appareil d'évaporation est horizontal et comprend 400 tubes chacun d'un diamètre de 0^m,055, la vapeur traversera ces tubes avec une vitesse initiale de 0^m,052 seulement, c'est-à-dire que la vapeur ne circule presque pas et que l'eau d'évaporation sera enlevée fort incomplètement.

Déjà depuis longtemps **Louis Walkhoff** (*Kieff*) a construit, en Russie, des appareils qui évitaient cet inconvénient. Jelinek donne la description d'un de ces appareils. Le même tuyau, de 0^m,25 de diamètre, aboutissait à une caisse rectangulaire de la même section (0^m2,049) que celle du tuyau. De cette caisse partent environ 19 serpentins en cuivre de 0^m,08 de diamètre, donc d'une section égale à 0^m2,095. La vapeur entrant avec une vitesse par exemple de 23 mètres par seconde, traversait les tubes avec une vitesse initiale de :

$$23 \times \frac{49}{95} = 11^m,8 \text{ par seconde.}$$

La longueur des serpentins était de 19 mètres.

L. *Walkhoff* complète la description de cet appareil en indiquant que le

diamètre de ces serpentins allait en diminuant à mesure que la vapeur se condensait (le diamètre diminuait de 90 à 15 millimètres), et qu'ils se terminaient par un tube recourbé muni inférieurement d'un robinet destiné à faire écouler l'eau de condensation. Cette disposition ne s'appliquait généralement que pour la première caisse des appareils d'évaporation.

Un appareil très intéressant à double effet avait été construit déjà en 1875, par **Simirenko**, à *Sidorovka (Russie)*.

La première caisse avait des serpentins et la deuxième des tuyaux horizontaux en laiton, d'un diamètre de 0^m,057 et d'une longueur de 3^m,700. Pour diminuer la section libre des tuyaux à mesure, qu'en raison de sa condensation partielle, le volume de la vapeur (ou plutôt sa tension) diminuait, on y avait placé des cônes en bois qui rétrécissaient la section, de manière à ne laisser au bout qu'un intervalle de 2 millimètres entre le cône et la paroi du tube.

L'appareil n'était pas un cylindre horizontal, mais un cube surmonté d'un dôme. Il avait 4 chambres de chauffe, une sur chaque face, de sorte que les rangs des tuyaux se croisaient perpendiculairement. L'eau condensée s'écoulait directement au bout de chaque rang de tubes.

Une disposition analogue a été conseillée par Simirenko pour les appareils verticaux. Simirenko a fait aussi des expériences pour déterminer si réellement les cônes ont une action utile sur la vitesse de l'évaporation. A cet effet, il a prolongé plusieurs tubes au delà de la chambre de chauffe, de manière à pouvoir recueillir l'eau condensée dans ces tubes. Il a opéré à diverses températures et en plaçant des cônes seulement dans une partie de ces tubes.

Voici la quantité d'eau recueillie dans ces expériences :

Température.		90, 4° C	88, 3° C	87, 7° C
Pour les tubes sans cônes.		4,500 gr.	4,120 gr.	3,300 gr.
— — avec cônes.		5,400 —	5,205 —	4,350 —
Différences.		20 %	26 %	31 %

De même, il a comparé les tubes en fer et les tubes en laiton et a trouvé que ces derniers évaporaient de 22 à 49 en plus que les premiers.

Enfin il a voulu vérifier si les tubes inférieurs évaporent moins que les tubes supérieurs, par la raison que dans les premiers, le jus qui environne les tubes est rendu moins mobile à cause de la pression exercée par la colonne du liquide qui la surmonte.

Voici les quantités d'eau condensée recueillies dans chaque rang de tubes :

1 ^{er} rang (supérieur)		1,843 à 2,025 grammes.
2 ^e — —		1,727 à 1,360 —
3 ^e — —		1,611 à 1,350 —
4 ^e — —		1,431 à 1,277 —
5 ^e — —		1,235 à 1,255 —
6 ^e — (inférieur)		622 à 977 —

L'observation se faisait à une température de 100 à 102,4° centigrades. Simirenko, à la suite de ces expériences, a modifié l'appareil d'évaporation, en

faisant entrer la vapeur dans le rang de tubes inférieurs et sortir par les tubes supérieurs, mais l'utilité d'une telle disposition nous paraît discutable.

Mentionnons encore une disposition due à **Simirenko** (fig. 113).

C'est un cylindre vertical destiné à recueillir la vapeur de chauffage condensée de différentes caisses d'un appareil à simple effet par les tubes W , W^1 , W^2 . Ce cylindre est en grande partie rempli d'eau, de manière à empêcher l'entraînement de vapeur par la pompe à eaux ammoniacales, laquelle aspire l'eau superflue au moyen d'un tuyau A , situé à la partie supérieure du cylindre. Il y a à la partie inférieure du cylindre un deuxième tube qui peut communiquer également avec la pompe lorsqu'on veut vider le cylindre complètement.

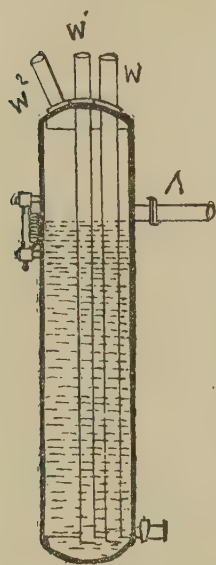


Fig. 113.

— Quand on ferme ensuite le robinet correspondant, il est facile d'observer le temps nécessaire pour remplir le cylindre d'eau condensée jusqu'au niveau du tuyau de sortie supérieur. (Un indicateur de niveau y est placé dans ce but.) Au moyen de cette disposition, on peut obtenir des renseignements utiles sur le travail de l'appareil d'évaporation.

H. Jelinek (*) a continué l'année dernière ses études fort intéressantes sur l'évaporation et la cuite. Vu la grande importance du sujet, nous croyons utile d'en donner un résumé.

Il démontre d'abord combien il est important qu'il existe dans les réservoirs qui reçoivent l'eau condensée des caisses, une pression qui ne soit pas de beaucoup inférieure à celle de la vapeur à l'entrée dans ces caisses.

Soit, par exemple, la température de la vapeur de chauffage dans la première caisse égale à 106° et celle du jus bouillant égale à 94° , la différence des températures sera de 12° . — Si la vapeur est complètement condensée de manière que l'eau de condensation seule puisse quitter cette caisse, l'eau aura une température de 94° , et la température moyenne de la vapeur de chauffage sera de $\frac{106 + 94}{2} = 100^\circ$.

La différence de température ne sera donc, en moyenne, que de 6° , c'est-à-dire 50 p. c. de moins que celle que nous avons trouvée précédemment.

Si l'on force, au contraire, l'entrée de la vapeur de manière qu'une partie de la vapeur non condensée sorte avec l'eau de condensation à 100° , la différence de température sera $\frac{106 + 100}{2} - 94 = 9^\circ$. C'est-à-dire seulement de 25 p. c. de moins que dans le premier cas. Mais il y aura, dans ce cas, une consommation plus grande de vapeur.

Le travail du triple effet peut encore être augmenté quand on se sert d'un retour d'eau fermé, dans lequel règne une certaine tension presque égale à celle de la vapeur à l'entrée; l'eau sort par une soupape réglée en consé-

(*) B. Z. VII, p. 53, 251, 291 et 449, et VIII, p. 122.

quence. — Jelinek passe ensuite à la description de quelques accessoires, savoir :

A. *Le manomètre et l'indicateur du vide.*

Il propose de construire pour la 1^{re} caisse des appareils servant à la fois aux deux buts indiqués, c'est-à-dire simplement des tubes en verres recourbés contenant du mercure et pouvant indiquer aussi bien le vide que la pression. — Il arrive surtout, dans le cas où l'appareil s'est incrusté, qu'on est obligé de maintenir une certaine pression dans la 1^{re} caisse pour faire le même travail qu'auparavant. Mieux vaudrait cependant, dans ce cas, nettoyer l'appareil.

B. *Le thermomètre.*

L'emploï du talpotasimètre est préférable à celui du thermomètre à mercure, qui se casse facilement, ou à celui du thermomètre à ressort, qui perd vite sa sensibilité.

C. *Le robinet à graisser* devrait être supprimé et les lunettes devraient être plus nombreuses que d'ordinaire.

D. *La soupape pour l'entrée du jus* doit être placée aussi près que possible du fond de la caisse, ou si cela ne se peut pas, il faut y fixer intérieurement un tube recourbé qui amène le jus jusqu'au fond de la caisse. La raison de cette disposition est d'augmenter l'agitation si utile du liquide, parce que le jus de la caisse précédente est toujours à une pression et à une température plus élevée que celui de la caisse suivante, d'où résulte une formation de vapeur plus abondante.

(L'auteur aurait pu ajouter encore que ce jus, étant moins dense et d'une température plus élevée, tend à s'élever dans le liquide et contribue ainsi au mouvement du jus. F. S.)

E. *La soupape à vapeur de retour et la soupape à vapeur directe.*

La soupape à vapeur de retour doit être de dimension telle que la vapeur ait une vitesse d'environ 30 mètres par seconde.

Nous avons vu précédemment la manière de calculer le poids P de la vapeur de chauffage par minute. Supposons, de plus, la tension de la vapeur de retour égale à 1 1/2 atmosphère, correspondant à un poids de 0^k,8874 par m³.

La section (F) de la soupape devra donc être

$$F = \frac{P}{30 \times 60 \times 0,8874}$$

et même un peu plus grande à cause du frottement inévitable.

Jelinek a démontré, en outre, la nécessité de disposer à la première caisse une soupape qui amènerait la vapeur directe (à 3 atmosphères) soit dans un serpentin placé dans la première caisse dans les anciens appareils, soit dans un système de tubes spécial dans le système Wellner-Jelinek. En tout cas, l'autre extrémité de ce dispositif de chauffage ne devrait pas communiquer directement avec le retour des vapeurs, sans cela la pression moyenne dans ce système de chauffage ne sera pas de trois atmosphères, mais de $\frac{3 \times 0,5}{2} = 1,75$ atmosphères. (Faisons remarquer que tout cela est écrit pour l'Autriche, où les jus sont d'habitude fort dilués ; pour les autres pays, il ne faut que rarement donner de la vapeur directe dans le triple effet F'. S'.)

Jelinek condamne la méthode d'augmenter la tension de la vapeur dans les vapeurs de retour à cause des pertes inévitables qu'elle entraîne, et l'admet

seulement dans le cas où l'on veut utiliser la chaleur de l'eau de retour soit pour l'appareil de cuite, soit pour un réchauffeur quelconque.

F. *Les soupapes à retour d'eau* doivent avoir des dimensions suffisamment grandes pour pouvoir évacuer non seulement l'eau condensée, mais encore l'air ou d'autres gaz qui s'y trouvent presque toujours.

L'eau condensée doit rentrer dans le retour d'eau. Il doit s'y trouver alors une soupape qui ne laisse passer que l'eau condensée, mais ne permet pas la rentrée de la vapeur dans la caisse par cette soupape.

Les *soupapes à air* doivent servir uniquement à enlever de l'appareil l'air qui s'y trouve avant la mise en train et, de plus, les gaz qui se dégagent du jus, mais nullement à régler la marche de l'appareil. Si l'appareil est bien construit, il doit se régler soi-même.

La nature des gaz qui se dégagent des jus n'a pas encore été suffisamment étudiée; nous savons seulement que c'est surtout de l'air, de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, etc., mêlés à de la vapeur d'eau. On devrait croire que tous ces gaz d'après les lois de la diffusion se mélangent instantanément; il paraît cependant qu'il n'en est rien. Un phénomène analogue a été observé en Russie, où l'on utilise généralement pour la carbonatation les produits de combustion du bois dans les générateurs. On y a observé que le gaz pris au fond des carneaux contenait 10 à 11 % d'acide carbonique, alors que celui pris à la partie supérieure ne contenait que 4 à 5 %. Le gaz recueilli immédiatement derrière l'autel du foyer avait même 12 à 13 % d'acide carbonique, alors que celui passant immédiatement sous la chaudière n'en avait que 7 %. Un phénomène du même genre a lieu dans les appareils d'évaporation. On a remarqué que la séparation des gaz se fait surtout là où leur mouvement est lent, dans les endroits appelés nuisibles, et particulièrement dans les appareils à tuyaux verticaux.

Il est donc indispensable d'adopter pour ceux-ci une disposition servant à purger les gaz. Pour les premières caisses des appareils horizontaux et de ceux du système Wellner-Jelinek, il y a bien aussi une soupape à air, mais elle ne fonctionne que lors de la mise en train. Pour les deuxièmes et troisièmes caisses, au contraire, les soupapes à air sont nécessaires.

Jelinek explique cette séparation par là que les molécules de gaz, au moment de leur formation, sont isolées et, étant infiniment petites, se séparent d'après les lois de la gravité; la diffusion ne peut donc avoir lieu qu'au bout d'un certain temps. Quand la masse est agitée, il y a, par contre, toujours un mélange plus ou moins uniforme. Il faut donc faire passer tout le mélange, consistant en vapeur, eau condensée, ammoniaque, etc., aussi rapidement que possible par tout l'appareil, soit dans le réservoir à retour de vapeur, soit dans les réservoirs destinés à recueillir les eaux condensées des autres caisses (fig. 114).

Ces réservoirs sont en fonte et peuvent avoir n'importe quelle forme. L'eau de retour avec tous les gaz y entrent à la partie supérieure par une soupape A, et l'eau condensée s'écoule inférieurement par une autre soupape F, vers les pompes à eaux ammoniacales. Cette soupape s'ouvre d'une façon intermittente au moyen d'un flotteur E, qui ne permet pas que la caisse puisse se vider en entier.

Quand la tension du gaz dans cette caisse devient trop forte, une autre

soupape supérieure *H* s'ouvre, et le gaz s'échappe de là vers la chambre de chauffe de la caisse suivante, de manière que la vapeur non condensée contenue dans le mélange puisse encore être utilisée.

Jelinek sépare la chambre en deux parties par une paroi verticale *D*, qui ne descend pas jusqu'au fond. L'une des moitiés de la chambre *B* se trouve en communication avec la partie supérieure de la chambre de chauffe (par la soupape *J*), de sorte qu'une pression uniforme s'établit dans tout le système de chauffage.

G. Les pompes à eaux ammoniacales. Il est utile d'en avoir une pour chaque caisse et de placer des soupapes de dépression aux cylindres des pompes. Leurs dimensions sont faciles à calculer.

H. Les tubes de communication pour la vapeur entre les différentes caisses.

Si nous appelons

Q = la section d'un de ces tubes ;

S = la surface de chauffe de la caisse en mètres carrés ;

V = la vitesse des vapeurs par seconde en mètres ;

P = le poids de la vapeur produite dans une caisse par minute et par mètre carré (voir plus haut) ;

M = le poids d'un mètre cube de vapeur correspondant à la tension qui existe dans la caisse, nous aurons la formule pratique :

$$Q = \frac{S \times P}{60 \times V \times M}$$

La vitesse maximum qu'on peut donner aux vapeurs est de 60 mètres par seconde ; il est cependant bon de se borner à une vitesse de 20 à 30 mètres et de ne passer à une vitesse de 40 à 50 mètres que dans la dernière caisse des appareils à très grande surface pour ne pas donner aux tubes des dimensions exagérées. On remarquera que, d'après ce principe, les tubes de communication doivent s'agrandir depuis la première jusqu'à la dernière caisse.

I. La condensation se fait généralement par l'injection d'eau froide dans les vapeurs sortant de la dernière caisse.

Il y a deux systèmes différents :

α. La condensation se fait dans un condenseur spécial de manière que l'eau évacuée sort soit par un simple tuyau barométrique, soit par une pompe à eau, pendant que l'air est éloigné par une pompe à air spéciale dite pompe à air sec.

β. L'eau et le gaz sont enlevés ensemble par une pompe dite à air humide.

Dans le premier cas, l'installation est plus chère, puisqu'il faut des tubes beaucoup plus longs et un condenseur spécial. De plus, il y a une augmentation de la force motrice importante parce qu'il faut élever l'eau à 10 mètres de hauteur. Par contre, la machine est plus fatiguée dans le deuxième cas, et de plus, il y a le danger de l'incrustation de la pompe quand on n'a pas à sa disposition de l'eau très pure.

Nous passerons sous silence les calculs faits par Jelinek pour déterminer la

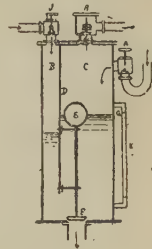


Fig. 114.

consommation en combustible dans ce cas, attendu qu'il n'a pas été tenu compte du réemploi de la vapeur de retour dans les appareils d'évaporation et que, par suite, ces calculs ne sont pas tout à fait exacts. F. S.)

Jelinek admet que l'eau nécessaire pour condenser les vapeurs sortant de la dernière caisse est de 20 à 30 fois le poids de celle-ci, selon la température de l'eau employée. Cependant la quantité d'eau de condensation requise peut être encore beaucoup plus grande quand le condenseur est mal construit, c'est-à-dire que l'eau d'injection n'arrive pas en contact assez intime avec les vapeurs.

L'injection d'eau se fait souvent par des pommes d'arrosoir ou des tamis qui se bouchent facilement quand l'eau employée est calcaire.

D'un autre côté, la surface offerte à la condensation est trop petite; ce sont donc de mauvaises dispositions.

La plupart des condenseurs sont trop petits. Leur volume doit être de 1,5 à 2 fois le volume de la pompe à air.

Jelinek conseille l'emploi d'un condenseur particulier dont nous donnons le dessin ci-contre (fig. 115).

C'est un vase cylindrique *AA*, dans lequel se trouve un deuxième cylindre *BB*; tous les deux ont pour base le même plateau et leurs couvercles supérieurs peuvent être facilement enlevés au besoin.

Les vapeurs entrent par le tuyau *a* aboutissant au couvercle du cylindre extérieur, et l'eau de condensation arrive par un tuyau *b* placé à la partie inférieure.

A l'intérieur du cylindre *BB* sont placés des anneaux *dddd*, auxquels sont rivés des pattes à l'effet de les maintenir à une certaine distance.

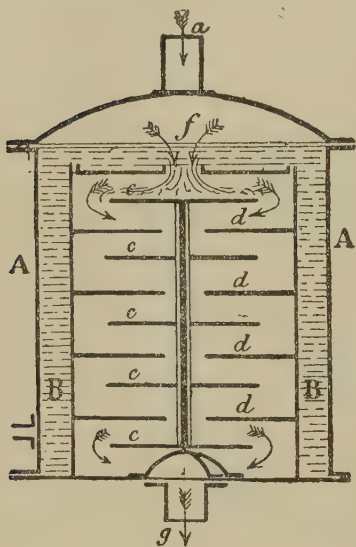


Fig. 115.

Au milieu est une tige qui porte des plateaux maintenus à une distance fixe par des petits tubes intermédiaires.

Le mélange de la vapeur et de l'eau de condensation entre par l'ouverture *f* dans le cylindre intérieur et quitte celui-ci par l'ouverture inférieure *g* après que la vapeur a été condensée complètement. L'eau passe soit directement à la pompe à air, soit dans un séparateur pour les pompes à air sec. Ce système a l'avantage de ne jamais pouvoir se boucher.

Au lieu d'injecter directement de l'eau dans le condenseur, on a employé autrefois la condensation par surface : les vapeurs passaient par des serpents placés verticalement et baignés par l'eau de condensation. Ce système imaginé par Desreume a été abandonné depuis longtemps. Par contre, on se sert encore aujourd'hui fréquemment des vapeurs de la dernière caisse pour réchauffer les jus ou l'eau des diffuseurs au moyen d'un calorisateur, ce qui augmente en même temps l'effet de la condensation.

K. Les calorisateurs et les réchauffeurs.

Il est très avantageux d'utiliser la chaleur perdue des vapeurs sortant de la

dernière caisse pour réchauffer, par exemple, les jus de diffusion. Mais les calorisateurs ou réchauffeurs employés dans ce but ont souvent donné de mauvais résultats, parce que la vitesse du jus était trop faible, et le réchauffement trop lent.

Jelinek conseille d'employer un réchauffeur semblable à son appareil d'évaporation, duquel on aurait seulement à enlever la partie supérieure, et à la remplacer par un simple couvercle.

Le jus passe par les tuyaux, les vapeurs les entourent.

La vitesse du jus devient alors beaucoup plus grande et l'appareil marchera bien.

L. *La pompe à air humide* a pour but d'enlever :

1° L'eau de condensation dont la quantité est comprise entre 20 à 40 fois celle de l'eau condensée;

2° L'eau condensée;

3° L'air contenu dans l'eau de condensation, dont le volume est, d'après Bunsen, à la pression atmosphérique (0^m,76);

[illegible]

Pour une machine à détente, la consommation de vapeur sera de 15 kilogrammes seulement par cheval et par heure, et la perte égale à 0,25. La perte en vapeur totale sera donc de $150 \times 15 \times 0,25 \times 24 = 135,000$ kilogrammes, c'est-à-dire une perte moindre de 35,100 kilogrammes de vapeur, correspondant à 5,850 kilogrammes de houille.

On voit par là que les pertes dépendent en première ligne de la quantité de vapeur consommée, et de plus qu'il est nuisible de renforcer considérablement la tension de la vapeur de retour, comme cela se fait bien souvent. Enfin, il serait avantageux, au point de vue de la consommation du combustible, de remplacer toutes les petites machines de sucrerie par une grande machine centrale bien construite.

Malheureusement les circonstances locales ne se prêtent que rarement à une telle installation.

La conséquence naturelle de l'établissement de machines économiques est la nécessité d'introduire par des tuyaux spéciaux de la vapeur directe dans la première caisse de l'appareil d'évaporation.

Il faut avoir soin aussi d'éviter l'expansion de la vapeur directe, dans la chambre de chauffe; autrement on s'expose à une perte considérable de calories. Nous avons dit plus haut qu'il est nuisible de renforcer la tension des vapeurs de retour. Cela résulte encore d'un autre raisonnement. On pourrait croire que les vapeurs développent plus de chaleur lorsqu'elles ont une tension plus forte. Eh bien, c'est une erreur; car, dans ce cas, l'eau de condensation devient aussi plus chaude, sa température étant égale à celle de la vapeur dont elle provient. C'est plutôt le contraire qui a lieu, comme il résulte du tableau suivant:

Pression en atmosphères.	1	2	3	4
Calories de la vapeur	631	643,3	647,3	650,4
— de l'eau condensée	400	120,6	133,9	144
Calories utilisées.	537	522,7	513,4	506,4

(Nous ajouterons, cependant, qu'une forte tension de la vapeur de chauffage peut être avantageuse dans une fabrique qui ayant un appareil d'évaporation trop petit fournirait par cet expédient plus de travail, d'où il résultera même indirectement une diminution des pertes de vapeur. D'un autre côté, l'ébullition sera peut-être plus vive dans les caisses par suite de la plus grande différence de température. F. S.)

Jelinek fait observer encore à cette occasion qu'on a songé parfois à séparer les chaudières en deux groupes, les unes à basse pression pour le chauffage, et les autres à haute pression pour les machines, mais que cette disposition ne peut procurer un grand avantage qu'à la condition de modifier en conséquence la construction des machines à vapeur.

Il est aussi certainement avantageux de pousser l'évaporation aussi loin que possible, par exemple jusqu'à 60 % Balling. Mais comme il est impossible de pouvoir filtrer des jus aussi concentrés, il faut diviser la surface de chauffe de la dernière caisse en deux parties, dont l'une sert à évaporer les jus jusqu'à 50 % Balling, et l'autre à achever l'évaporation des jus filtrés jusqu'à 60 % Balling.

On pourrait encore chauffer l'appareil de cuite à double effet par les vapeurs

de la première caisse de l'appareil d'évaporation ou à triple effet par les vapeurs de la dernière caisse, mais l'avantage de cette disposition est au moins fort douteux. Les vapeurs qui se dégagent de la dernière caisse de l'appareil d'évaporation pourraient aussi, comme nous l'avons dit, être utilisées pour chauffer soit l'eau servant pour la diffusion, soit le jus avant la saturation, et c'est certainement une excellente idée, pourvu que les frais d'installation de cette disposition ne contrebalancent pas l'économie de combustible.

Seulement la faible différence de température exigera d'assez grandes surfaces de chauffe (*).

Les vapeurs qui se dégagent des premières caisses peuvent également servir dans des buts analogues, mais cela paraît moins avantageux. Enfin, il y a de l'avantage à employer à la diffusion les eaux sortant des condenseurs. En les mélangeant à l'eau froide, on arrive aisément à une température de 20° C.

L'article si intéressant de M. Jelinek n'a pas été achevé encore en 1883, et nous espérons pouvoir donner la suite dans la « Revue » de l'année prochaine.

★ **Horsin-Déon** (**) conteste l'opinion de Jelinek sur certains points. Il n'admet pas que les pertes de vapeur par condensation dans les machines soient proportionnelles à la quantité de vapeur dépensée, et par suite à la contre-pression du piston, en émettant ce précepte que les condensations ne sont pas proportionnelles à la quantité de vapeur dépensée, mais bien aux surfaces de condensation et à la différence de température entre cette surface et l'air ambiant, à la chute de chaleur en un mot, chute qui ne diffère que de quelques degrés si l'on marche avec ou sans contre-pression. Les pertes dues aux condensations n'augmentent donc pas sensiblement si les machines marchent avec contre-pression, surtout si l'on enveloppe les retours de substances isolantes. On peut donc augmenter la tension des vapeurs de retour pour chauffer les triples effets.

D'après lui, les pertes provenant de la condensation et de la vapeur ne sont pas de 0,3 du poids total de la vapeur employée, mais beaucoup plus petites, peut-être de 0,003 seulement. On peut démontrer cela par l'observation qu'un tuyau en fonte, par exemple, ne condense que 1,4 kil. de vapeur par m² de surface et par heure.

Jelinek (***) y répond en citant la formule du professeur Schmidt

$$y = v \sqrt[p_1]{\frac{0,60}{s} \frac{s_1}{s}}$$

dans laquelle :

y = les pertes de vapeur par refroidissement.

v = la vitesse du piston par seconde.

p = la tension de la vapeur directe.

$\frac{s_1}{s}$ = le degré d'admission de la vapeur dans le cylindre.

(*) Remarquons cependant ce qui a été dit précédemment à propos des *calorisateurs et réchauffeurs*.

(**) J. d. F. S. 24, n^{os} 47 et 50.

(***) B. Z. VIII, p. 124.

Si nous mettons $v = 1$ mètre, $p_1 = 3$ atmosphères et

$$\frac{s_1}{s} = 0,8, \text{ nous trouverons } y = \frac{0,60}{1 \sqrt[4]{3 \times 0,8}} = 0,38,$$

c'est-à-dire encore plus de 0,30.

Horsin-Déon reproche de plus à *Jelinek* d'avoir nié les avantages du multiple effet et d'ignorer les mérites de *Rillieux*. Ces reproches ne nous paraissent pas fondés.

Jelinek est, au contraire, un partisan convaincu du multiple effet, et a reconnu également le mérite des travaux de *Rillieux* sur l'évaporation (*).

★ **Horsin-Déon** (**), dans une étude sur l'économie du combustible dans les fabriques de sucre, établit les points suivants :

La consommation de vapeur est très variable dans les fabriques de sucre, et cela tient à des causes diverses :

1° A la quantité de jus soutirée % de betteraves. Il ne faut donc pas comparer la quantité de charbon nécessaire % kilos de betteraves, mais bien par hectolitre de jus ;

2° A ce qu'on évapore à double effet ou à triple effet ;

3° A ce que les tuyaux de vapeur sont ou ne sont pas recouverts d'un enduit isolant ;

4° A la forme des générateurs et à la disposition des carnaux.

Pour le travail de 1,000 kilos betteraves donnant 12 hectolitres jus, il faudra rationnellement 800 kilos de vapeur exigeant moyennement dans de bonnes conditions 100 kilos de charbon, soit 8 1/3 de houille par hectolitre de jus.

L'une des raisons les plus importantes qui font consommer beaucoup de charbon est la faible concentration des jus à la sortie des appareils d'évaporation, justifiée soit par insuffisance de l'appareil, soit par ce préjugé qu'on ne peut cuire avec des jus très concentrés.

Le calcul montre qu'en concentrant les jus dans le triple effet à 15° B. au lieu de 27, comme cela arrive souvent, il y a augmentation de 24 kilos de charbon brûlé par 1,000 kilos betteraves.

La dépense est réellement plus forte encore, car en concentrant à 15° B. seulement, il y a excès de vapeurs de retour qui doivent s'échapper en pure perte. On arrive ainsi facilement à brûler par tonne de betteraves 150 kilos au lieu de 100 kilos.

Un triple effet passable doit évaporer 10 hectolitres jus par mètre carré de surface de chauffe et par 24 heures en faisant du jus à 27° B.

Divers moyens ont été proposés pour récupérer la chaleur perdue dans les gaz des cheminées. Aucun n'est entré complètement dans la pratique courante. Une des meilleures mesures consiste à remplacer les générateurs à bouilleur qui ne font, en moyenne, que 6 kilos vapeur par kilo de charbon par des générateurs tubulaires qui donnent 8 kilos de vapeur. La différence est de 33 % dans la consommation du charbon.

Horsin-Déon conseille beaucoup le chauffage à effets multiples en opérant

(*) J. d. F. S. 24, n° 1 et *Jelinek* : *Les appareils d'évaporation*, p. 37.

(**) B. A. d. C. 2, n° 1.

comme suit : Donner de la pression dans la première caisse du triple effet et un peu plus que la pression atmosphérique dans la seconde. (Les machines ne s'en ressentent pas.) La vapeur de la première caisse sera à 115° par exemple, et celle de la deuxième à 100° .

A la diffusion, on pourra chauffer les calorisateurs avec la vapeur de la deuxième caisse ; à la première carbonatation, de même. A la deuxième carbonatation, on chauffera avec les vapeurs de la deuxième caisse, etc. Le calcul fournit une économie au moins de 30 % de combustible en opérant de cette façon. La pratique a constaté à *Wchetul* une économie de 50 % ; à *Ouval*, une économie de 60 % avec des appareils à évaporer corrects, bien entendu ; à *Wchetul*, on ne brûle que 4.52 charbon par hectolitre de jus, les générateurs faisant 9 k. 88 de vapeur par kilo de houille. Les vapeurs ammoniacales de la première caisse passant dans les serpentins des appareils de chauffage n'ont présenté aucun inconvénient.

On pourrait objecter au système précédent que la haute température dans la première et la deuxième caisse pourrait caraméliser du sucre et colorer les liquides. Or des expériences très simples établissent que les sirops se colorent par une température très élevée seulement lorsqu'ils sont déjà très concentrés. Comme dans la troisième caisse du triple effet, la concentration se fait à basse température, tandis que dans la cuite, où la concentration devient maximum, on travaille à 3 ou 4 atmosphères de pression ; c'est donc dans la cuite que la coloration se produit et non dans le triple effet. La cuite à double effet à basse température s'impose donc.

En résumé, le fabricant doit faire usage de générateurs perfectionnés ou à bouilleurs avec récupérateurs de la chaleur perdue dans les carnaux ; il doit être fort en évaporation, ayant un triple ou quadruple effet marchant correctement ; tous ces chauffages devront être faits à effets multiples ; enfin il doit éviter par tous les moyens de perdre un atome de chaleur.

Le bénéfice pour une usine qui brûle 100 kilos de charbon par tonne de betteraves serait de 1 franc par sac de sucre et respectivement de 1-50 et 1-80 pour les usines qui consomment 150 et 180 kilos de charbon.

Jarkovsky (*) approuve entièrement les calculs et raisonnements de Jelinek. Cependant il reconnaît aussi les mérites de Rillieux, auquel beaucoup de fabriques autrichiennes doivent l'installation rationnelle de l'évaporation à triple effet, etc. De même les systèmes de Weibel-Piccard et de Lexa-Rillieux constituent des progrès réels.

Il faut attacher la plus grande importance à la production par la diffusion de jus aussi concentrés que possible. En outre, il faut supprimer tous les barboteurs, il faut diriger d'une manière rationnelle l'épuisement des filtres-presses et des filtres, et enfin, il faut restreindre l'emploi de la vapeur dans la salle du noir.

Le reste du discours de Jarkovsky est une simple reproduction d'une partie du travail de M. Jelinek.

Krüger (*Stöbnitz*) (**) se prononce en faveur du système et des appareils

(*) B. Z. VII, p. 342.

(**) Z. 33, p. 239.

de Jelinek. Il condamne l'usage des appareils verticaux pour la troisième caisse des appareils à triple effet.

Les tuyaux y sont vite rongés par l'ammoniaque, ce qui n'a pas lieu dans les appareils horizontaux. Les tubes placés dans ceux-ci, il y a dix-sept ans, sont encore en bon état; seulement leur poids, qui était de 8 kilogrammes alors, s'est réduit aujourd'hui à 3 1/2 kilogrammes.

Nagel (*Trotha*) a observé que les tubes ne sont pas rongés dans toutes les fabriques qui travaillent avec l'acide sulfureux, parce qu'il se développe, dans ce cas, du sulfate d'ammoniaque.

Le système vertical n'offre aucun inconvénient pour la première caisse d'évaporation, mais est nuisible pour les autres.

Drenckmann (*Halle*) pense que les tuyaux en cuivre sont moins attaqués que ceux en laiton, mais *Hahne* combat formellement cette opinion. D'après lui, le meilleur moyen pour conserver les tubes, c'est d'enlever les gaz ammoniacaux par une disposition spéciale.

Pasel a remarqué que les tubes se détruisent toujours dans leur milieu.

Ebert constate le fait curieux que ce sont les tubes de la troisième caisse d'un triple effet qui souffrent le plus, alors que c'est la deuxième qui contient le plus d'ammoniaque. L'attaque des tubes verticaux s'explique facilement par le fait que les gaz restent plus longtemps en contact avec les tubes des appareils verticaux que cela a lieu dans les appareils horizontaux. Dans les réchauffeurs, c'est toujours la place où se trouve l'entrée de la vapeur qui est le plus attaquée par l'action des gaz.

Dr. Jhlée (*) (*Trachenberg*) insiste sur les grandes différences que l'on constate dans l'effet des appareils d'évaporation. La surface de chauffe nécessaire pour évaporer le jus de 1,000 kilogrammes de betteraves par jour, varie de 1 à 4 mètres carrés. *

B. SYSTÈME WELLNER-JELINEK.

Presque tous les anciens appareils d'évaporation ont le double inconvénient que la chambre de vapeur réservée au jus en ébullition est très petite et que la surface du liquide, surtout dans les appareils verticaux, est également insuffisante. Il en résulte que l'ébullition dans ces appareils se fait avec une grande impétuosité, ce qui donne lieu à des pertes produites soit par débordement, soit par l'entraînement du liquide à l'état vésiculaire dans la vapeur.

Les appareils verticaux ont au moins cet avantage, qu'en raison de la position verticale de leurs parois, la vitesse d'élévation des vapeurs vers la coupole reste constante.

Les gouttelettes les plus lourdes peuvent alors retomber dans le liquide. Dans les appareils horizontaux, l'évacuation des vapeurs dégagées du liquide s'accélère, au contraire, de plus en plus, à mesure qu'elles s'approchent du dôme (puisque la section de l'espace d'évacuation s'amointrit) et des pertes de jus deviennent inévitables.

Voilà les raisons qui ont déterminé Hugo Jelinek (**) (*Prague*) à abandonner

(*) Z. 33, p. 617.

(**) Voir la brochure : *Les appareils d'évaporation et leur installation*, par Hugo Jelinek.

forme cylindrique des anciens appareils et de lui substituer la forme d'un prisme rectangulaire surmonté d'un demi-cylindre.

La grande hauteur du liquide dans les anciens appareils, qui atteint souvent jusqu'à 1^m,50, est un autre inconvénient, duquel résulte une diminution notable dans l'effet utile de la surface de chauffe.

Cela se comprend aisément. Admettons qu'il s'agit d'évaporer de l'eau et qu'il existe dans la caisse un vide de 0^m,38, ce qui correspond à 0,5 atmosphère, il en résulte que les parties supérieures du liquide vont bouillir à 82° C, tandis que les couches inférieures seront exposées à un surplus de pression de 0,15 atmosphère correspondant à une hauteur de liquide de 1^m,50, c'est-à-dire à une pression totale de $0,50 + 0,15 = 0,65$ atmosphère correspondant à 88° C. La température moyenne d'ébullition sera donc environ de 85° C.

Supposons maintenant que la couche de liquide n'a qu'une hauteur de 0^m,50. Le liquide bouillira à la surface à 83° C, comme dans le premier cas, et dans la couche la plus basse à 84° C, correspondant à la pression de $0,5 + 0,05 = 0,55$ atmosphère. La température moyenne sera donc de 83° C. On aura donc gagné 3° de température dans le dernier cas, comparé au cas précédent. Si nous admettons que la différence de température entre deux caisses successives d'un appareil à triple effet soit de 30°, on voit que l'effet utile de la surface de chauffe sera augmenté dans le dernier cas de 3°, c'est-à-dire de 10 %.

Enfin, Jelinek insiste sur l'importance qu'il y a pour le fonctionnement économique de l'appareil que la vitesse de la vapeur soit toujours la même dans tout le système de chauffage (comme nous l'avons développé dans la théorie générale de l'évaporation).

Voilà les principes qui ont guidé Wellner et Jelinek dans la construction de leur premier appareil d'évaporation, dont nous donnons ici un dessin (fig. 116 et 117).

On remarquera avant tout la forme caractéristique de cet appareil, que l'on peut comparer assez bien à celle d'un coffre.

La hauteur du liquide n'y est que de 0^m,50 à 0^m,60 (de 0^m,75 d'après Walkhoff), ce qui suffit pour couvrir complètement les tubes ou les serpentins de faible diamètre (20 millimètres) qui forment sa surface de chauffe. Les tubes de chauffage sont arrangés en faisceaux et le passage de la vapeur est disposé de telle manière que la section de tous les tubes qu'elle traverse ne dépasse jamais la section du tuyau d'arrivée de la vapeur. La vitesse qu'elle possède au moment de son entrée dans la chambre de chauffe (qui est, par exemple, de 23 mètres par seconde) reste alors la même jusqu'au moment de sa sortie, et est assez forte pour chasser l'eau de condensation de tous les tubes.

En pratique, l'appareil de Jelinek a permis de transmettre 24 calories par minute, par mètre carré de surface de chauffe, et pour la différence d'un degré de température centigrade, tandis que les appareils ordinaires verticaux n'ont transmis dans ces conditions que 16 calories et les appareils horizontaux encore moins.

Les tuyaux de communication avec les vases de sûreté sont partout à grande section, et la hauteur de la chambre d'évaporation est à celle du liquide dans le rapport de 5 à 1. Le liquide ne peut donc déborder malgré le mouvement rapide de l'ébullition.

L'appareil est rendu plus résistant par des tirants intérieurs et des arma-

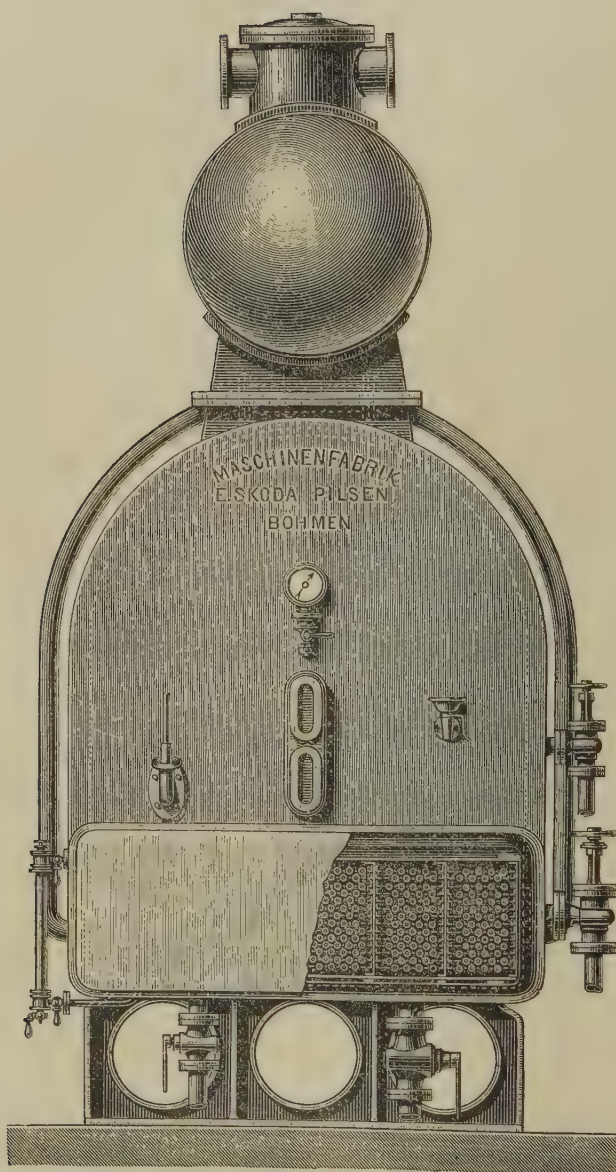


Fig. 416.

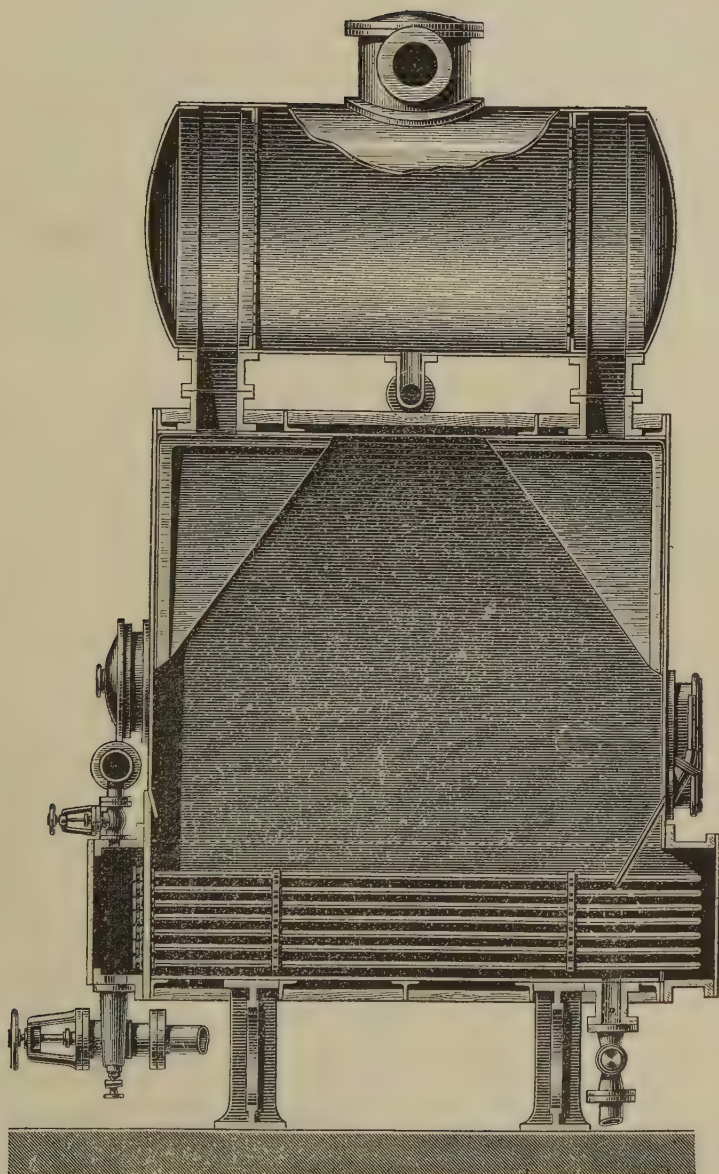


Fig. 417.

tures extérieures, de manière à pouvoir fonctionner même dans une grande pression.

Louis Walkhoff (*Kieff Russie*), tout en rendant hommage au grand talent de M. Jelinek, critique les dispositions principales de cet appareil.

Dans l'ancien appareil Jelinek, les systèmes de chauffage sont arrangés horizontalement les uns à côté des autres, ce qui empêche le libre écoulement des eaux condensées. Il serait préférable de faire entrer la vapeur d'abord dans les tubes supérieurs, et puis, de la faire descendre successivement dans les tubes inférieurs, ce qui permettrait l'écoulement naturel des eaux.

De plus, Walkhoff conteste l'opinion émise par Jelinek que les couches inférieures d'un liquide soient plus chaudes que les couches supérieures, les observations pratiques ayant démontré le contraire. (Nous pensons qu'il est possible de concilier les opinions contradictoires sur ce point de Jelinek et de Walkhoff. Nous admettons qu'il s'agit d'évaporer de l'eau, dont les couches supérieures sont en train de bouillir à 82°. La vapeur échauffera alors les couches inférieures à une température qui ne dépassera pas de beaucoup 82°. Mais la pression du liquide ayant élevé le point d'ébullition des couches inférieures, le liquide ne saura entrer en ébullition à cette température. Il se dilatera donc simplement d'après les lois de la chaleur et montera vers la surface, où il entrera immédiatement en ébullition. Si la hauteur du liquide est grande, cette circulation du jus, très favorable à l'évaporation, est entravée par la pression du liquide. Nous croyons donc que l'opinion de Jelinek est discutable, mais que ses conclusions pratiques sont exactes. F. S.)

Walkhoff trouve aussi qu'il faudrait tenir compte de la contraction qui est inévitable dans les tubes aussi étroits que ceux de Jelinek et que l'économie réalisée par l'emploi de ces tubes ne profitera pas aux fabricants de sucre qui payeront les appareils toujours d'après leur surface de chauffe. Enfin la forme des appareils lui paraît trop lourde (*) et exige des renforts particuliers. Il préférerait un cylindre horizontal de grand diamètre qui offrirait plusieurs des avantages constatés dans l'appareil de Jelinek et qui, en outre, serait plus résistant.

Bauermeister (**) dit qu'il ne comprend pas pourquoi dans le système Jelinek la vapeur directe doit faire le même trajet que la vapeur indirecte. Si les tuyaux ont une longueur suffisante dans le premier cas, ils seront trop courts dans le deuxième cas. (Nous croyons que cette critique n'est pas fondée, car il est évident que l'effet des appareils ne dépend pas seulement de la longueur, mais encore de la section des chambres de chauffe. F.S.)

Wellner et Jelinek ont construit depuis lors un nouvel appareil d'évaporation, dans lequel ils ont évité le principal inconvénient signalé par Walkhoff, savoir l'écoulement insuffisant des eaux de condensation.

De plus, cet appareil permet d'utiliser pour l'évaporation des jus contre la vapeur de retour, la vapeur qui vient directement des générateurs sans qu'un mélange de ces vapeurs de tensions différentes puisse avoir lieu : ce qui aurait pour conséquence fâcheuse d'augmenter la contre-pression des machines à

(*) Walkhoff rappelle qu'il a déjà construit en 1865, à Sélichtché (Russie), un appareil qui avait la forme d'un coffre, mais qu'il a abandonné cette forme depuis lors.

(**) Z. 33, p. 667.

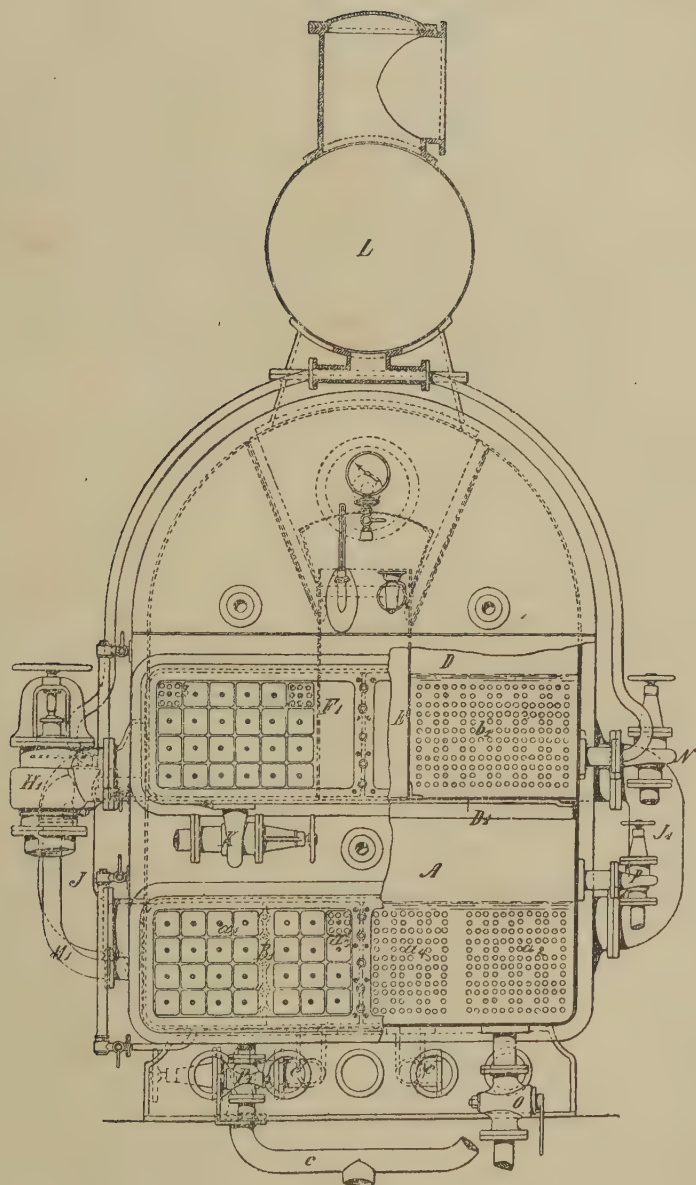


Fig. 118.

vapeur. Cette dernière disposition est surtout utile quand on a employé des machines à vapeur à détente, dont l'introduction dans les fabriques de sucre est vivement recommandée par Jelinek (voir la théorie générale de l'Évaporation).

Nous donnons ici le dessin (*) de ce nouvel appareil qu'on a appelé :

APPAREIL D'ÉVAPORATION A ÉTAGES (fig. 118-121).

La forme extérieure de l'appareil est la même que dans celui décrit précédemment, mais le jus à évaporer y est réparti en deux étages, ce qui permet,

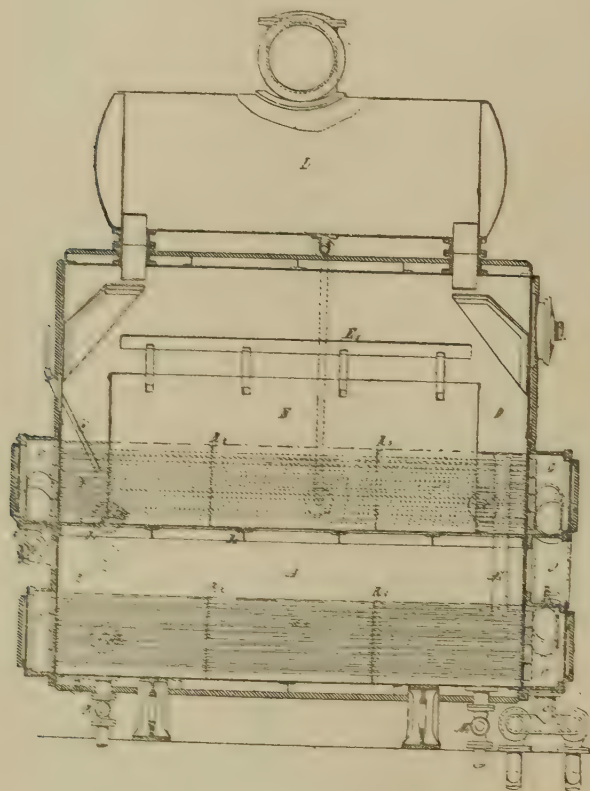


Fig. 419.

d'un côté, de faire passer les vapeurs de haut en bas (condition favorable à l'écoulement des eaux de condensation et, de l'autre côté, d'agrandir considérablement la surface de chauffe de l'appareil, sans augmenter pour cela la

(*) Nous devons les clichés de ces dessins, ainsi que ceux de l'appareil précédent, à l'amabilité de M. Hugo Jelinek.

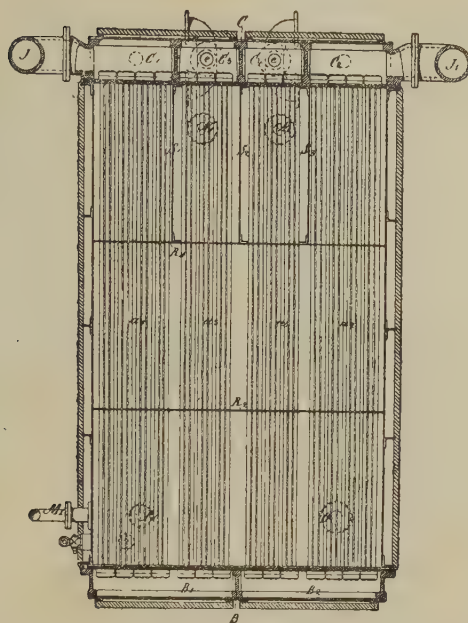


Fig. 120.

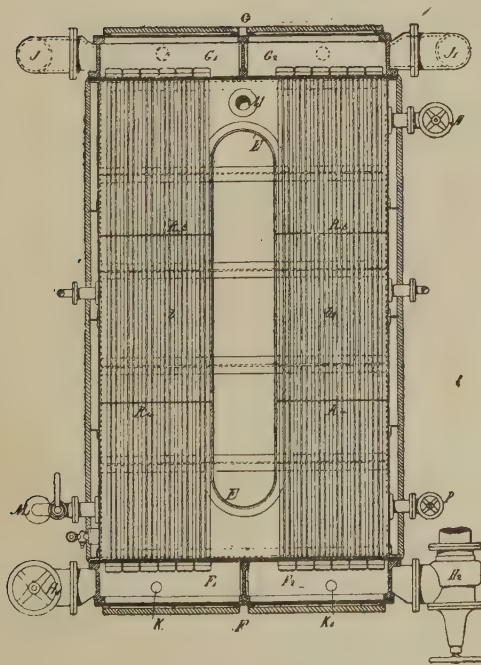


Fig. 121.

hauteur du liquide. La chambre de chauffe des deux étages est divisée en 2 parties inégales, dont l'une est destinée au passage de la vapeur directe et l'autre à celle de la vapeur indirecte.

La figure 118 représente la vue de face de l'appareil dont les couvercles ont été enlevés et montre en partie une coupe par les étages.

La figure 119 est une coupe verticale de l'appareil, dans le sens de sa longueur.

La figure 120 est une coupe horizontale par l'étage supérieur D.

La figure 121 est une coupe horizontale par l'étage inférieur A.

La figure 118 est dessinée à une échelle plus grande que les autres.

Le système de chauffe de l'étage supérieur A est formé par des tuyaux très minces a^1 a^2 a^3 et a^4 qui aboutissent dans la chambre de chauffe antérieure B et la chambre de chauffe postérieure C. L'étage supérieur D, dont le fond D_1 n'est situé qu'à une petite distance au-dessus de l'étage supérieur, comprend un nombre plus petit de tuyaux de chauffage C et C'. La raison en est qu'une partie de la place disponible se perd par l'établissement dans le fonds D^2 d'un très large tuyau de section elliptique qui sert au passage des vapeurs dégagées dans l'étage inférieur A. Les tuyaux aboutissent dans les chambres de chauffe F et G, et leurs joints aux couvercles sont rendus étanches à la manière ordinaire par des rondelles en caoutchouc.

La chambre de chauffe F de l'étage supérieur D est divisée par une cloison en 2 sections (fig. 121) et comporte 2 soupapes H^1 et H^2 , pour l'entrée de la vapeur de retour. Voici le fonctionnement de l'appareil. La vapeur traverse les tuyaux de chauffage b et b^1 en deux courants séparés d'avant en arrière, elle passe par la section G_1 et G_2 de la chambre de chauffe G et descend de là par les tuyaux de raccordement J et J_1 dans la chambre de chauffe C de l'étage inférieur A. Elle arrive d'abord dans la section C^1 et C^2 , traverse les tuyaux de a^1 et a^2 d'arrière en avant et passe dans les tuyaux a^3 et a^4 qui se trouvent dans les sections B^1 et B^2 de la chambre de chauffe, en les traversant d'avant en arrière.

L'eau de condensation formée qui s'est réunie dans les sections C^3 et C^4 de la chambre de chauffe C quitte l'appareil par les tuyaux et soupapes c . Pour chauffer l'appareil avec de la vapeur directe, deux soupapes K et K_1 sont disposées à la chambre de chauffe, de sorte qu'on peut à volonté alimenter l'appareil avec de la vapeur de retour et de la vapeur directe. Par suite de la circulation très vive de la vapeur, les tuyaux de chauffage sont tenus à une chaleur uniforme, et il se fait par suite une évaporation très vive, qui est encore favorisée par la faible hauteur du liquide. Un entraînement notable du jus avec la vapeur qui s'ensuivrait évidemment est empêché par la forme rationnelle de l'appareil (en coffre) et par un cylindre L qui sert à retenir le jus entraîné, et qui est construit comme les appareils ordinaires de ce genre. Les vapeurs qui se dégagent de l'étage inférieur A montent par la large ouverture E dans l'étage supérieur D, se réunissent avec les vapeurs qui se dégagent de cet étage et passent dans le cylindre E. Pour empêcher les gouttelettes du jus projetées dans l'étage supérieur D de retomber par l'ouverture E de l'étage supérieur, cette ouverture est couverte d'un écran en tôle E_1 . Le jus ne peut donc passer de l'étage supérieur dans l'étage inférieur que par le trop-plein M ou le tuyau de vidange M^1 .

Le jus entre dans l'étage supérieur par la soupape N et dans l'étage inférieur par le robinet N¹; la vidange du jus de l'étage inférieur se fait par le robinet O. La soupape P sert pour l'entrée de la vapeur destinée à purger au besoin l'intérieur de l'appareil. Le robinet P¹ sert pour la vidange des boues. Les autres détails de l'armature sont les mêmes que pour les anciens appareils, tels que lunettes, thermomètres, indicateur du vide, robinet de graissage, niveau d'eau, etc., etc. Pour donner plus de solidité aux tuyaux de chauffage, on a disposé des écrans en tôle qui s'élèvent jusqu'à la hauteur du niveau du jus dans les 2 étages, savoir les écrans R¹ et R² dans l'étage inférieur et les écrans R³ et R⁴ dans l'étage supérieur.

Pour empêcher les mouvements trop violents du liquide pendant le passage des jus de l'étage supérieur par le trop-plein dans l'étage inférieur, on a disposé trois tôles horizontales S¹ S² S³ entre l'écran R¹ et la paroi de derrière de l'appareil. Le courant du liquide devient ainsi plus régulier.

Pour terminer, nous donnons trois planches représentant :

L'INSTALLATION GÉNÉRALE DE L'ÉVAPORATION A TRIPLE EFFET
Système Wellner-Jelinek (fig. 122-124).

(Voir page suivante.)

I. — Démonstration de l'emploi multiple des vapeurs de chauffage et de l'emploi des eaux de retour (fig. 122).

- $a_1 a_4$. . Disques et canaux de réserve destinés à permettre d'évaporer au besoin à double effet en supprimant la communication avec la 2^e ou 3^e caisse.
- $b_1 b_2$. . Tubes ayant pour objet de laisser échapper l'air de la chambre de chauffe de la 1^{re} caisse.
- $c_1 c_2$. . Tubes destinés à faire évacuer l'ammoniaque et les vapeurs non condensées des chambres de chauffe de la 2^e et 3^e caisse.
- $d_1 d_2$. . Tubes devant laisser échapper l'air, l'ammoniaque et la vapeur non condensés des boîtes à eaux ammoniacales.
- $e_1 e_2$. . Robinets d'air.
- $f_1 f_2$. . Robinets d'épreuve.
- g Tuyau par lequel s'échappe la vapeur de retour des machines à vapeur.
- h Tuyau d'assemblage du tuyau de retour et du tuyau g .
- $i_1 i_2$. . Soupapes pour l'entrée de la vapeur de retour
- j Soupape pour l'entrée de la vapeur directe
- $k_1 k_6$. . Conduite par laquelle le jus entraîné par la vapeur peut rentrer dans l'appareil d'évaporation.
- $l_1 l_2$. . Conduite de l'eau de condensation dans le retour d'eau.
- m Conduite de l'eau de condensation de la vapeur directe dans l'automate central.
- $n_1 n_2$. . Conduites de l'eau de condensation de la chambre de chauffe de la 2^e caisse dans la 1^{re} boîte pour l'eau ammoniacale.
- $o_1 o_2$. . Conduites de l'eau de condensation de la chambre de chauffe de la 3^e caisse dans la 2^e boîte pour l'eau ammoniacale.
- $p_1 p_2$. . Tuyaux d'aspiration de la pompe à eau ammoniacale.
- $q_1 q_2$. . Tuyaux de refoulement dans les réservoirs à eau ammoniacale.
- r Entrée des vapeurs dégagées dans la dernière caisse de l'appareil d'évaporation.
- s Sortie de vapeurs dégagées du calorisateur à contre-courant.
- t Tuyau de réserve destiné à conduire les eaux ammoniacales dans les condenseurs.
- $u_1 u_2$. . Injections d'eau dans les condenseurs.
- v Soupape, fermée d'ordinaire, servant à élever la pression de la vapeur de retour.
- $y_1 y_2$. . Soupapes à flotteur.
- $z_1 z_4$. . Soupapes de vidange.

II. — Démonstration des manipulations nécessaires pour évaporer les jus de betteraves avec effet multiple des vapeurs de chauffe (fig. 123).

- $a_1 a_2$. . . Tuyaux d'aspiration du jus faible filtré dans la 1^{re} caisse.
- b Tuyau d'aspiration du jus faible filtré quand celui-ci doit être introduit par une pompe dans la 1^{re} caisse.
- c Tuyau de refoulement du même jus.
- d Tuyau d'aspiration de la 1^{re} dans la 2^e caisse.
- e — — — 2^e — 3^e —
- f Soupape destinée à faire communiquer la 1^{re} et la 3^e caisse en cas de nettoyage de la 2^e caisse et à faire évaporer à double effet de la 1^{re} à la 3^e caisse.
- g Tuyau d'aspiration de la 1^{re} caisse du double effet dans la 2^e ou 3^e du triple effet.
- h Tuyau d'aspiration de la 3^e caisse à la pompe.
- i Tuyau de refoulement pour le jus demi-concentré, qui va aux filtres.
- j Tuyau d'aspiration dans l'appareil de cuite préalable du réservoir qui aspire le jus demi-concentré et filtré.
- k Tuyau de communication entre l'appareil de cuite préalable et le vase destiné à recueillir le jus concentré sortant de cet appareil.
- l Tuyau de communication avec l'appareil de cuite préalable, pour faire le vide dans le vase collecteur du jus concentré.
- m Robinet à deux voies pour faire le vide dans le vase collecteur et pour faire rentrer l'air pendant la vidange du jus de ce vase dans les réservoirs.
- n Tuyau pour l'entrée du jus concentré dans les réservoirs.
- o Tuyau d'aspiration du réservoir du jus concentré dans l'appareil de cuite.
- p Soupape pour l'entrée de la vapeur de retour des machines, destinée au chauffage du 1^{er} étage de l'appareil de cuite.
- q Soupape pour l'entrée de la vapeur directe servant au même but.
- r Soupape pour la vidange des eaux de retour du 1^{er} étage de l'appareil de cuite.
- s Soupape pour la vapeur de retour des machines, destinée au chauffage du 2^e étage de l'appareil de cuite.
- t Soupape pour la vapeur de retour des machines, destinée au chauffage du 3^e étage de l'appareil de cuite.
- u Soupape pour l'eau de retour du 2^e étage de l'appareil de cuite.
- v — — — 3^e — —

III. — Démonstration de l'emploi multiple des vapeurs de chauffe de diverses provenances en adoptant les machines à vapeur économiques dans les fabriques de sucre (fig. 124).

- a* Conduite du jus faible dans la 1^{re} caisse.
- b* Conduite du jus faible dans la 1^{re} caisse, quand le jus est introduit dans l'appareil par une pompe.
- c* Conduite du jus de la 1^{re} dans la 2^e caisse.
- d* — — — 2^e — 3^e —
- e* Conduite du jus de la 3^e caisse dans la section A de la 4^e caisse.
- f* Tuyau pour amener le jus demi-concentré (45 %) de la section A de la 4^e caisse à la filtration.
- g* Tuyau pour amener le jus demi-concentré des filtres dans la section B de la 4^e caisse.
- h* Tuyau pour conduire le jus concentré (70 %) de la section B de la 3^e caisse à l'appareil de cuite.
- i* Conduite principale pour la vapeur sortant des machines à vapeur.
- j* Conduite pour la vapeur sortant du cylindre de la machine actionnant la pompe à air.
- k*₁ *k*₂ . . Soupapes pour l'entrée de la vapeur directe dans l'espace de chauffe de la 1^{re} caisse.
- l*₁ *l*₂ . . Soupapes pour l'entrée de la vapeur de retour
- m* Soupape pour l'entrée des vapeurs dégagés du jus
- n* Conduite de l'eau de condensation dans les automates sous pression de la vapeur directe.
- n*₂ Conduite de l'eau de condensation directement dans les chaudières à vapeur.
- o* Conduite de l'eau de condensation du 2^e corps dans le retour d'eau.
- p* Conduite de l'eau ammoniacale dans la 1^{re} boîte à eau ammoniacale.
- q* — — — — 2^e — —
- r* Dégagement pour l'air qui pourrait se trouver dans l'espace de chauffe de la 1^{re} caisse.
- s*₁ *s*₂ *s*₃ . . Dégagement pour l'ammoniaque et des vapeurs non condensées de la 2^e, 3^e et 4^e caisse.
- t*₁ *t*₂ . . . Dégagement pour l'air, l'ammoniaque et les vapeurs non condensées de la 1^{re} et 2^e boîte à eau ammoniacale.
- u*₁ *u*₂ . . Tuyaux d'aspiration de la pompe à eau ammoniacale.
- v*₁ *v*₂ . . Tuyaux de refoulement dans les réservoirs à eau ammoniacale.
- w* Soupape, ordinairement fermée, pour faire communiquer l'automate avec le retour d'eau.
- x* Injection d'eau dans le condenseur.
- y*₁ *y*₂ *z*₁ *z*₂ Soupapes à flotteur.
- α* *α* . . . Niveau du jus dans les appareils d'évaporation.
- β* Tuyau de communication entre la conduite à vapeur directe et l'automate pour rétablir la tension des chaudières à vapeur.
- γ*₁ *γ*₂ . . . Soupapes de vidange.

N. B. La pompe à air est mise en activité par une machine à vapeur économique à grande détente et à règlement automatique de la distribution.

C. SYSTÈME RILLIEUX.

Norbert Rillieux peut être appelé à bon droit le père de notre système actuel d'évaporation; car c'est déjà en 1830 qu'il proposait à Paris la construction des appareils à multiple effet, et c'est en 1843 que son système fut appliqué la première fois en Louisiane. L'appareil était un triple effet d'évaporation avec un double effet de cuite, et il paraît que cet appareil marche encore aujourd'hui. — Ce système fut breveté à Rillieux la même année. Ces premiers appareils de Rillieux avaient des caisses tubulaires en fer ou en fonte, comme nos appareils modernes. Ajoutons que N. Rillieux se servait déjà alors de générateur à haute pression et qu'il utilisa la vapeur de retour pour chauffer les chaudières à cuire.

Depuis 1877, N. Rillieux, qui est rentré en France, s'occupe spécialement de la question d'améliorer les appareils d'évaporation, dans le but soit d'augmenter leur puissance, soit d'économiser le combustible. Malgré son âge élevé, il s'est appliqué à cette tâche avec une ardeur toute juvénile, et a obtenu de nombreux succès en France, en Belgique, en Autriche, en Russie, etc.

Comme N. Rillieux n'a pas publié les détails de son système dans les journaux spéciaux, nous devons nous borner à en donner seulement une idée, en nous rapportant aux brevets pris par lui depuis 1878 et à nos observations personnelles. — Quant à la théorie, nous renvoyons au titre A de ce chapitre et au traité de fabrication de sucre de P. Horsin-Déon.

Pour augmenter la puissance d'un appareil d'évaporation, N. Rillieux introduit la vapeur directe suffisante dans la vapeur de retour qui sert à chauffer la première caisse; de sorte que le jus de cette caisse boyt soit dans le vide, soit sous une légère pression, suivant les besoins de l'évaporation. Ce système de travail exige l'emploi d'une pompe destinée à introduire le jus dans la caisse, pompe qui a toujours existé dans les triple effet Rillieux. De plus, pour maintenir uniforme la pression de la vapeur de chauffage pendant tout son trajet dans l'appareil, Rillieux a disposé une boîte à flotteur qui règle l'évacuation des eaux de condensation.

De plus, il a construit des appareils à double compartiment et à flotteur destinés à extraire les eaux ammoniacales provenant de la 2^e et 3^e caisse d'évaporation. Les vapeurs ammoniacales des chaudières d'évaporation (et l'air qui aurait pu entrer par les fentes de l'appareil) sont enlevées au moyen de tubes débouchant sur la plaque tubulaire supérieure et réunies au moyen d'une couronne intérieure qui débouche en dehors par un tuyau communiquant avec une des boîtes d'extraction des eaux de condensation.

Une autre disposition adoptée par Rillieux dans plusieurs fabriques est la combinaison de l'évaporation à triple effet avec la cuite à double effet, comme marchaient ses premiers appareils. La chaudière à cuire est alimentée par de la vapeur prise à la première caisse d'évaporation, dans laquelle on maintient à cet effet une pression convenable réglée par un appareil régulateur à piston et à papillon, qui est disposé entre la 1^{re} et la 2^e caisse. Les retours provenant de la chaudière à cuire peuvent être utilisés de nouveau pour chauffer les chaudières à évaporer.

Rillieux conseille de concentrer autant que possible les jus avant de passer à la cuite, mais comme il est difficile de filtrer des jus trop denses, il procède

à la filtration des jus au cours même de l'évaporation quand ils sont arrivés à une concentration de 18°. La concentration s'achève ensuite après la filtration jusqu'à 40° dans la dernière caisse du triple effet.

On peut obtenir ainsi facilement du sucre à gros grains, en commençant la cuite avec des sirops denses, grainant avec des sirops faibles à 18°, et en alimentant, une fois le grain formé, avec du sirop à 40°.

Mentionnons encore les dispositions spéciales de condenseurs à grandes surfaces mouillées, et de même le réfrigérant à grandes surfaces mouillées et combiné souvent avec une cheminée d'appel. Ce dernier sert à remplacer le réfrigérant à fascines ; il refroidit les eaux condensées à deux ou trois degrés au-dessous de l'air ambiant, de sorte qu'on peut les réutiliser plus efficacement pour la condensation des vapeurs.

N. Rillieux a inventé, de plus, un dispositif pour brûler la bagasse humide et a fait des améliorations diverses se rapportant à des questions de moindre importance, mais qui peuvent être utiles dans certains cas spéciaux.

Dans le but d'économiser du combustible, Rillieux recommanda aussi en 1878 les appareils à quadruple et quintuple effet, de préférence aux triple effet, ainsi que la cuite à double et triple effet.

Mais il imagina bientôt de chauffer non seulement les chaudières à cuire, mais encore tous les serpentins et réchauffeurs de l'usine avec la vapeur de l'appareil d'évaporation qui doit être alors réduit au quadruple effet.

Nous parlerons plus tard de ce procédé, qui est désigné en Autriche sous le nom de Rillieux-Lexa, ayant été breveté sous le nom de M. Lexa, représentant de M. Rillieux pour ce pays.

Jarkovsky (*) s'élève contre le préjugé que dans le procédé Rillieux, l'emploi de la vapeur à forte tension pourrait faire caraméliser le sucre.

La formation de caramel ne commence à se produire qu'à 190°. Mais la température des jus dans la première caisse des appareils Rillieux ne dépasse jamais 112°, ou tout au plus 116°, et même dans la dernière caisse, où les jus sont plus concentrés et par suite plus exposés à la caramélisation, la température n'est que de 67° à 60°, de sorte qu'il n'y a aucun danger à ce sujet.

Nous avons déjà dit (Titre A de ce chapitre) que Jarkovsky, tout en reconnaissant les mérites de Jelinek, Weibel-Piccard, etc., rend également hommage à Rillieux, auquel beaucoup de fabriques autrichiennes doivent l'installation rationnelle de l'évaporation.

Dr Ihlée (**) (*Trachenberg*) reconnaît que le système Rillieux a pour effet d'augmenter l'effet utile de la surface de chauffe d'un triple effet, mais cela entraîne certainement une consommation de houille plus considérable.

L'introduction des spirales métalliques de Dupuis dans les tubes (*voir* Titre F de ce chapitre) lui paraît plus avantageuse.

M. Tolpygine (***) (*Russie*) ne voit absolument rien de neuf dans le système Rillieux. On travaille à triple effet depuis bien longtemps, les automates sont également connus et employés depuis longtemps, et quant à l'évacuation des eaux condensées, Simirenko a résolu ce problème beaucoup mieux, en les

(*) B. Z. VII, p. 398.

(**) Z. 33, p. 617.

(***) Sap. de Kieff. XIII, p. 207.

évacuant non seulement de chaque caisse, mais même de chaque groupe de tubes.

La cuite de la mélasse par les vapeurs de retour a été essayé à Orlowetz (Russie) déjà avant 1870. Le sucre s'intervertit moins dans ces conditions, pourvu que l'évaporation ne dure pas trop longtemps. Autrement ce système est plutôt nuisible, et il vaut beaucoup mieux employer une température élevée, pour travailler plus vite. L'emploi des vapeurs de retour à la cuite exige de plus d'énormes surfaces de chauffe et ne peut profiter qu'aux constructeurs de machines.

Walkhoff (*) rend hommage au grand mérite de Rillieux, mais proteste énergiquement contre les insinuations de certains auteurs français, d'après lesquels le triple effet et le multiple effet n'auraient pas été clairement décrits dans les anciens traités allemands. Il suffit d'ouvrir le traité de fabrication publié par Walkhoff en 1856, pour se persuader du contraire. On y lit, il est vrai, que l'appareil à trois caisses (système Tischbein) représenté dans cet ouvrage n'agit en réalité qu'à double effet, mais ce fait est démontré par les intéressants essais de *Hodek* (**). Celui-ci a trouvé que, dans ces conditions, la première caisse évapore 70 % et les autres caisses ensemble seulement 30 %.

Dans un triple effet du système Robert, *Hodek* a trouvé que l'effet utile était au contraire,

Dans la première caisse de	38 %
— deuxième — de	33 %
— troisième — de	29 %
Total.	100 %

Il paraît qu'on ignorait ces travaux en France.

Les principaux caractères du système actuel de Rillieux sont, d'après lui :

1° *Une tension plus élevée de la vapeur de retour.* Il en résulte qu'on peut évaporer plus de jus; seulement on ne saurait breveter une tension plus ou moins forte de la vapeur;

2° *L'installation des boîtes Rillieux* (Water-boxes), destinées à séparer l'eau des vapeurs provenant des chambres de chauffe de la 2^e et 3^e caisse. Ces eaux peuvent être enlevées par une seule pompe, alors qu'il faut deux pompes, si l'on n'établit pas le Water-box. Il faut remarquer qu'il y a dans les boîtes de Rillieux en réalité une séparation d'eau pour la 2^e caisse seulement et non pas pour la 3^e caisse. Le fabricant a tout bonnement le choix ou bien de placer une seule pompe à eaux ammoniacales et la boîte de Rillieux ou bien de placer deux pompes en évitant alors de payer la prime de brevet. Les deux dispositions sont également bonnes.

Quant à l'idée de cuire les arrière-produits au moyen des vapeurs du triple effet, elle n'est pas neuve du tout, elle est connue depuis vingt-cinq ans.

On peut dire la même chose pour la cuite ordinaire au moyen de ces vapeurs;

(*) Z. 33, p. 199.

(**) Z. 23, p. 327 et 387.

seulement cette méthode a l'inconvénient de donner souvent des mauvaises cuites par suite de la durée exagérée de l'opération.

Il est préférable de continuer l'évaporation des jus, après les avoir deux fois filtrés jusqu'à 30° Baumé (à chaud), avant de les faire entrer dans l'appareil de cuite.

Au lieu d'augmenter trop la tension de la vapeur de retour et par suite la contre-pression des machines, Walkhoff préfère diminuer la température dans la dernière caisse. Il a imaginé dans ce but un système particulier qu'il ne veut pas publier, vu la façon d'agir peu délicate de certains constructeurs de machines. Il garantit avec son système d'augmenter de 10 % environ l'effet utile des appareils reconstruits par Rillieux, et sans exiger une prime exagérée.

Système de Rillieux-Lexa.

Joseph Lexa (*) a pris avec N. Rillieux (dont il est l'agent) un brevet pour utiliser les vapeurs qui se dégagent de la 1^{re} et de la 2^e caisse d'un triple effet (ou des caisses correspondantes d'un autre multiple effet) :

a) Pour réchauffer au moyen des vapeurs de la 2^e caisse le jus pendant et après la diffusion ;

b) Pour réchauffer, au moyen des vapeurs de la 1^{re} caisse, les jus après la saturation et avant la filtration.

Comme ces vapeurs n'ont pas une température fort élevée, il faut des calorisateurs ou réchauffeurs d'assez grande dimension.

Si, à la diffusion, les calorisateurs ordinaires ne suffisent pas, il faut y ajouter un réchauffeur de grande dimension qui est interposé entre les diffuseurs au moyen d'une conduite particulière.

Le réchauffage du jus avant la saturation se fait dans un calorisateur ouvert ou fermé, et se poursuit jusqu'à la température de 60° à 65° R.

Après la saturation, le jus passe encore par un calorisateur qui se trouve entre les chaudières à saturer et les bacs de repos.

On fait monter le jus par une pompe ou un monte-jus, dans un calorisateur placé à l'étage supérieur où il est chauffé jusque 95° à 100° C ; il s'écoule de là dans le réservoir destiné à alimenter les filtres.

Il est avantageux de placer tous les calorisateurs aussi près que possible de l'appareil d'évaporation.

Les calorisateurs peuvent être remplacés aussi par des serpentins ou quelque chose d'analogue.

La circulation des vapeurs est réglée par des soupapes qui se trouvent entre les diverses caisses.

La température de la vapeur de chauffage peut être encore augmentée par l'injection de vapeur directe, par des gaz chauds ou par une compression mécanique.

Les vapeurs qui se dégagent de la dernière caisse ne sont pas utilisées à cause de leur basse température.

(Ce système a le grand avantage de diminuer la quantité de vapeur nécessaire pour le réchauffage des divers jus de la fabrique, puisque la vapeur

(*) B. Z. VII, p. 156.

employée a déjà servi une ou deux fois dans le triple effet ; de plus, la quantité d'eau nécessaire pour la condensation des vapeurs de la dernière caisse devient plus petite. Son principal inconvénient est la complication de la construction. Il est clair que dans cette disposition la première caisse doit avoir une surface de chauffe beaucoup plus considérable que les caisses suivantes. F. S.)

L'eau de condensation (*) de la deuxième caisse est employée à la diffusion, et il faut en réduire la quantité à ce point qu'elle ne puisse donner que tout juste la chaleur convenable pour les eaux de diffusion.

Ce système a été appliqué avec succès aux fabriques d'*Ouval*, de *Vgétoul*, en Autriche et d'autres fabriques. (Voir nos observations précédentes.)

H. Berghoff (**) (*Brünn*) a fait un calcul comparatif sur un double effet, dont la première caisse aurait une surface de chauffe de 140 mètres, et la deuxième de 100 mètres seulement et qui ne serait pas disposée selon le système Lexa.

Supposons que la température du jus à l'entrée dans l'appareil soit de 75° et qu'elle soit de 86° C. dans la première caisse, tandis que la température de la vapeur de chauffage est de 112° C., et admettons, de plus, que le coefficient de transmission soit égal à 16 calories.

La quantité de calories absorbées par la première caisse en une minute sera donc :

$$Q = 140 \times 16 \times (112-86) = 58,240 \text{ calories.}$$

Supposons de même la température du jus dans la deuxième caisse égale à 60° C., tandis que celle de la vapeur de chauffage est de 86° C., et admettons le coefficient de transmission dans cette caisse égal seulement à 11 calories, on trouve que la quantité de calories que la seconde caisse peut absorber en une minute ne sera que :

$$Q = 100 \times 11 \times (86-60) = 28,600 \text{ calories.}$$

La quantité de vapeur dégagée n'est pas égale à celle de la vapeur absorbée parce qu'il faut décompter la quantité de chaleur nécessaire pour réchauffer les jus de 75° C. à 86° C.

Le calcul donne dans le cas supposé 55,496 calories à la minute. Mais, comme la deuxième caisse ne peut absorber que 28,600 calories, il reste donc 55,496 — 28,600 = 26,896 calories sans emploi.

C'est cette chaleur qui a été si ingénieusement utilisée par le brevet Rillieux-Lexa. L'emploi de cette chaleur à d'autres usages que ceux indiqués dans le brevet, tels que le réchauffage du jus avant la diffusion, le chauffage dans la salle du noir et dans les emplis, n'a aucune utilité pratique.

Remarquons cependant qu'en travaillant d'après Lexa-Rillieux, il est indispensable d'augmenter la tension des vapeurs de retour ; sinon on ne pourra réchauffer les jus saturés, etc., à la température nécessaire.

★ **Lexa** (***) donne quelques renseignements sur les résultats obtenus en Autriche, par le procédé Rillieux-Lexa.

(*) B. Z. VII, p. 234.

(**) O., 21, p. 416.

(***) J. d. F. S., 24, n° 11 et Sap. XII, p. 351.

A Ouval, on extrait 20^h,5 jus °/° betteraves exigeant 47^k,8 de vapeur par hectolitre. 1 kilogramme de charbon produisant 5,82 de vapeur, 100 kilogrammes betteraves exigeaient donc 16^k,89 de charbon, soit 8,24 par hectolitre.

Par suite de quelques changements, on arrivera, à l'avenir, au chiffre de 14^k,4 charbon °/° betteraves ou 7 kilogrammes par hectolitre jus. Si l'on tirait 170 litres °/° betteraves au lieu de 205 litres, la dépense en charbon aurait été de 14 kilogrammes et serait avec les changements nouveaux de 11^k,9. Le charbon d'Ouval donne 4,500 calories. Le charbon employé généralement en Moravie donne 7,000 calories. En employant ce dernier, la sucrerie d'Ouval arriverait à ne dépenser que 9^k,2 de charbon avec 205 litres de jus et 7^k,6 avec 170 litres.

★ **A la sucrerie de Vsetul**, on tirait 200 litres jus °/° betteraves à 7° Balling avec dépense de charbon variant de 4^k,2 à 4^k,7 par hectolitre. On arrivera régulièrement à 4,55 par hectolitre, soit 9,1 °/° betteraves.

★ **Horsin-Déon** indique aussi les résultats suivants (*): à *Libeznic (Autriche)*, par double effet, on brûlait 31 kilogrammes de charbon °/° betteraves, on tirait 2^h,1 de jus, soit 14^k,8 charbon par hectolitre. Avec les appareils arrangés en triple effet, caisses horizontales, on brûlait 220 kilogrammes de charbon par 22 hectolitres, soit 10 kilogrammes par hectolitre. Les derniers perfectionnements de Rillieux ont réduit la consommation à 170 kilogrammes charbon pour 210 hectolitres, soit 8 kilogrammes par hectolitre.

★ **A Mratin (Autriche)**, par double effet, on brûlait 14,8 de charbon par hectolitre, et par quadruple effet à caisses verticales, on a brûlé 18 kilogrammes charbon °/° betteraves, soit 8,6 par hectolitre en tirant 2^h,1 °/° betteraves.

★ **A Ouval**, en double effet, on consommait 32 kilogrammes charbon °/° betteraves, en tirant 1^h,9, soit 20 kilogrammes par hectolitre de charbon de qualité inférieure, soit 17^k,6 de charbon ordinaire. Après la transformation en triple effet avec addition d'une 1^{re} caisse du système Jelinek, on a brûlé 27 kilogrammes pour 2^h,1, soit 12,9 par hectolitre ou 10,7 en charbon ordinaire. Après le montage complet des procédés Rillieux, on a consommé 19 kilogrammes pour 2^h,1, soit 9 kilogrammes par hectolitre ou 7,97 charbon ordinaire.

★ **A Moya (**), en Podolie (Russie)**, on consommait, en 1881-82, 9 3 4 sagènes de bois par mille berkovetz de betteraves à 12,75 de sucre contre 11 à 12 sagènes de bois consommés avant l'installation des procédés Rillieux. En 1882-83, on a consommé seulement 9 1 2 sagènes malgré une betterave à 15,39 °/° de sucre qui donnait plus de jus à évaporer.

★ **Chez MM. Robinet et C^e, à Charleville (France) (***)**, le triple effet a 820 mètres carrés de surface de chauffe et a été fourni pour faire 2,200 hectolitres. Il n'a jamais pu en évaporer plus de 1,900 à 15° Baumé. Après l'installation des procédés Rillieux, l'appareil débite très facilement 2,400 hectolitres portés de 2° 4 densité à 26° Baumé. Le triple effet pourrait faire 3,300 hectolitres, soit 83 °/° de plus qu'avant l'installation Rillieux.

(*) J. d. F. S., 23, n° 49.

(**) J. d. F. S., 24, n° 29.

(***) J. d. F. S., 24, n° 44.

★ **Chovet, Lerat et C^{ie}**, à *Maisy (France)* (*), ont aussi installé les procédés Rillieux. Le triple effet primitif se composait de 4 caisses avec une surface de chauffe de 234 mètres. Les deux dernières caisses sont accouplées. Il évaporait 1,500 hectolitres de jus maximum à 17° Baumé. Après les modifications Rillieux, l'appareil a évaporé facilement tout le jus produit par l'usine, soit 2,000 hectolitres à 23° Baumé. Il pourrait faire 2,500 hectolitres, soit 10 à 12 hectolitres par mètre carré de surface.

La cuite qui suffisait difficilement au travail en marchant à 3 3/4 atmosphères marche actuellement à 1 1/2 atmosphère seulement.

Les retours de la cuite ont été modifiés de façon à les utiliser pour chauffer la 1^{re} caisse du triple effet.

La pression dans le ballon des retours est de 0,6 atmosphère pouvant aller jusque 0,8 sans inconvénient pour les machines. Il y a, au plus, 1 pouce de vide dans la 1^{re} caisse. Il ne faut qu'une très faible quantité de vapeur directe. La dépense totale de charbon est de 13 kilogrammes % betteraves, soit 9,55 par hectolitre de jus.

Rich. Miller (*Prague*) (**) a construit des soupapes de grand diamètre, mais légères, destinées surtout au procédé Rillieux (fig. 125).

La soupape se compose de 2 demi-sphères embouties, en cuivre ou en tôle de fer. Les deux demi-sphères sont vissées ensemble par leurs rebords, entre lesquels on a intercalé une plaque en fer qui porte le siège, le cône et le porte-écrou de la vis de serrage. Par suite de ce mode de construction, la boîte est déchargée de la pression exercée par la vis de serrage. On a construit de cette manière des soupapes dont le diamètre allait jusqu'à 0^m,600.

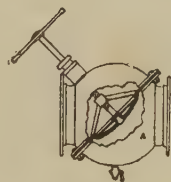


Fig. 125.

Des soupapes angulaires peuvent être construites d'après le même principe.

D. SYSTÈME WEIBEL-PICCARD.

La compression de la vapeur (***) qui se dégage d'un liquide, fournit un moyen commode de relever la température de cette vapeur et de lui donner ainsi la propriété de pouvoir se condenser contre les parois du vase même où elle a pris naissance.

Lorsque l'on comprime de la vapeur saturée sans qu'il y ait refroidissement, la pression de la vapeur va en augmentant et sa température s'élève en même temps. On peut admettre, avec une approximation suffisante dans la pratique, que la vapeur suit la loi de Mariotte et qu'elle reste constamment saturée. En réalité, la compression a pour effet de surchauffer légèrement la vapeur, de sorte que sa température, après la compression, est plus élevée que celle qui est indiquée dans les tables comme correspondant à la pression nouvelle à laquelle elle a été amenée par la compression.

(*) J. d. F. S., 24, n° 51.

(**) B. Z. VIII, p. 3.

(***) B. A. d. C., 2, n° 1.

Voilà le principe sur lequel est basé le système Weibel-Piccard.

Quand la force motrice, employée pour opérer la compression, est fournie par une chute d'eau naturelle, ce système permet même d'évaporer les jus sans aucune dépense de combustible.

Mais comme ce cas n'arrive que fort rarement, cette force motrice doit être produite généralement par un faible moteur à vapeur, dont la vapeur de retour se réunit à la vapeur comprimée pour échauffer les jus. Il y a ainsi excès de vapeur qui peut être utilisée dans un appareil à multiple effet, comme cela a lieu dans la fabrique de Pohrlitz (Autriche).

La force en chevaux, nécessaire pour produire une vaporisation déterminée, sera d'autant plus faible que la surface de condensation sera plus grande, et inversement. — Moins on dépensera de force, plus la surface de condensation de la chaudière sera grande, et, par conséquent, coûteuse. La force dépensée sera sensiblement la même, si l'évaporation du jus a lieu à basse ou à haute température, car elle dépend uniquement de la différence de température entre la vapeur aspirée et la vapeur comprimée.

L'application de ce système à la fabrique de Pohrlitz a parfaitement réussi. Quoiqu'il fût destiné à concentrer seulement le tiers des jus, la consommation de houille est tombée en quelques jours de 36,000 kilog. à 30,000 kilog., malgré qu'on ait travaillé pendant tout ce temps la même quantité de betteraves, de la même manière. Et cependant les conditions de travail n'étaient nullement favorables pour ce système, car on n'avait à sa disposition que de la vapeur de 4 atmosphères effectives.

La fabrique de Pohrlitz a adopté depuis, définitivement, le système Weibel-Piccard, et a obtenu de très bons résultats (*).

K. Tökei (**) donne une explication théorique de l'effet de l'appareil Weibel-Piccard.

Pour élever la tension d'un kilogramme de vapeur d'une atmosphère (100° cent.) qui pourrait dégager une chaleur totale de 637 calories, jusqu'à la tension de 1,5 atmosphère (112° C.), il faut un travail mécanique (M).

$$M = v. p. A \log. \text{ nat. } \frac{p}{p'} = 1,1258 \times 1,5 \times 10,335 \times 0,405 = 7066$$

kilogrammomètres,

qui correspondent à $\frac{7066}{424} = 16,6$ calories.

Dans cette formule :

V = le volume de la vapeur en mètres cubes à la tension p ,

p et p' = les tensions de la vapeur en kilogrammes par m^2 .

A = la pression d'une atmosphère en kilogrammes par m^2 .

La vapeur comprimée à 1,5 atmosphère et un peu surchauffée aura donc une chaleur totale de :

$637 + 16,6 = 653,6$ calories au lieu de 640,6 calories quand elle est saturée.

De ce chiffre il faut déduire les pertes par rayonnement, etc. Si les pertes sont moins élevées que l'excès de la chaleur reçue (16,6 calories), il faut régler

(*) S. J., 21, p. 474, et J. d. F. S., 24, n° 11.

(**) B. Z. VII, p. 141.

le travail par une soupape de sûreté; si elles sont, au contraire, plus élevées, il faut ajouter un peu de vapeur dans l'appareil.

Hormis le cas exceptionnel où l'on aurait une chute d'eau à sa disposition, le travail nécessaire sera fourni par une machine à vapeur.

Il est clair que, dans ce cas, l'économie sera d'autant plus grande que la tension de la vapeur sera plus considérable.

Si nous supposons que cette tension est égale à 8 atmosphères (171° C.) et que la détente ait lieu jusqu'à 1,5 atmosphère (112°), le travail mécanique exécuté sera :

$M = v. p. A. \log. \text{nat.} \frac{p}{p'} = 0,2329 \times 8 \times 10334 \times 1,668 = 32,112$ kilogrammètres.

Cependant, comme nous l'avons vu, le travail mécanique nécessaire est de $M = 7066$ kilogrammètres.

Par conséquent, la vapeur fera théoriquement dans la machine motrice

$\frac{M'}{M} = \frac{32112}{7066} = 4,54$ fois plus de travail qu'il n'en faut pour la compression de la vapeur, ou en d'autres termes :

1 kilogramme de vapeur des chaudières à 8 atmosphères suffit pour comprimer 4,54 kilogrammes de vapeur dégagée par le jus depuis 1 atmosphère jusqu'à 1,5 atmosphère de tension.

La théorie mécanique de la chaleur donne approximativement le même résultat.

D'après cette théorie, le travail mécanique est proportionnel aux différences de température qui est ici :

Du côté du moteur 171°—112°=59° C.

Du côté du compresseur 112°—100°=12° C.

On en conclura donc que 1 kilogramme de vapeur des chaudières peut comprimer $\frac{59}{12} = 4,9$ kilogrammes de vapeur dégagée par le jus.

Cette proportion sera évidemment d'autant plus favorable que la différence des températures de la vapeur, à la sortie, sera plus grande dans le cylindre moteur ou plus petite dans le compresseur.

Ainsi si la machine travaille avec condensation et qu'on pousse la détente jusqu'à 0,196 atmosphère (60°), 1 kilogramme de vapeur pourra comprimer

$\frac{171 - 60}{112 - 100} = 9,3$ kilogrammes de vapeur.

En pratique, on n'atteindra pas évidemment ces chiffres théoriques. Ainsi l'on a trouvé d'après le diagramme d'un indicateur 0,7 à 0,9 (en moyenne 0,85) des chiffres théoriques, et le travail réel mesuré par un frein était seulement 0,7 à 0,9 (en moyenne 0,85) du travail indiqué.

Ainsi, si nous prenons des valeurs moyennes pour le coefficient du frottement, le diagramme du moteur et le diagramme du compresseur, nous trouverons pour le premier cas que l'effet réel au lieu de 4,9 est égal à

$$0,85 \times 0,85 \times 0,85 \times 4,9 = 0,614 \times 4,9 = 3,00$$

et pour le deuxième cas $0,614 \times 9,3 = 5,71$.

Voilà les chiffres sur lesquels on peut compter en pratique.

Dans la disposition adoptée par Weibel, la vapeur de retour du moteur se

réunit à la vapeur du jus comprimé, pour chauffer l'appareil d'évaporation. L'excès de vapeur du jus, formé de cette manière, agit dans plusieurs caisses d'évaporation plus petites qui suivent, de sorte que le compresseur est ici combiné avec un multiple effet. Il en résulte que l'appareil peut évaporer presque deux fois autant qu'un triple effet ordinaire.

Voici pourquoi :

Nous avons vu que 1 kilogramme de vapeur des chaudières à 8 atmosphères, avec une détente poussée jusqu'à 1,5 atmosphère, peut évaporer dans l'appareil de compression 3 kilogrammes d'eau.

Mais il reste alors encore 1 kilogramme de vapeur de retour à 1,5 atmosphère qui, à son tour, va évaporer à triple effet 2^k , 7 d'eau (voir la théorie générale de l'évaporation).

Total : $3 \times 2,7 = 5^k, 7$ d'eau évaporée par 1 kilogramme de vapeur directe.

La disposition de l'appareil Weibel est facile à comprendre d'après la figure suivante (fig. 126).

A est le cylindre à vapeur. La vapeur de retour passe par le tuyau *G* dans la chambre de chauffe de la caisse *C*, qui contient le jus à évaporer. La vapeur dégagée par l'ébullition de ce jus se divise en deux parties : l'une partie est aspirée par la pompe de compression *B*, et refoulée de nouveau par le tube *G* dans la chambre de chauffe de la caisse *C* ; l'autre partie de la vapeur qui est en excès agit comme dans les appareils à triple effet, en évaporant le jus de la deuxième caisse *D*.

La vapeur qui se dégage par l'ébullition du jus dans cette caisse, sert à évaporer le jus qui se trouve dans la troisième caisse *E*, et la vapeur qui se dégage de cette troisième caisse, passe dans un condenseur *F*.

Les caisses *D* et *E* sont évidemment beaucoup plus petites que la caisse *C*.

La température du jus est ordinairement de 100° C. dans la première caisse *C*, de 85° C. dans la deuxième caisse *D* et de 64° C. dans la troisième caisse *E*.

Les frais d'installation pour l'appareil de Weibel ne sont pas plus élevés que pour un triple effet ordinaire. Cela est évident, puisqu'il faut compter la même surface de chauffe pour les mêmes différences de température ; la surface de chauffe totale sera, au contraire, plus petite.

De plus, comme la moitié de la vapeur seulement est condensée, on n'a besoin aussi que de la moitié d'eau d'injection et de pompes à air à moitié plus petites.

Enfin le nombre des chaudières à vapeur nécessaires sera plus petit.

Toutes ces économies balancent largement les frais d'installation de la machine à compression.

Il faut ajouter à cela encore l'économie qui résulte généralement de l'emploi de la vapeur à haute tension pour les machines à vapeur.

Voici quelques chiffres extraits du journal d'une fabrique avant et après l'introduction du système Weibel.

On évaporait dans cette fabrique 302,750 kilogrammes d'eau par jour, et les machines à vapeur avaient une force totale de 150 chevaux-vapeur (indiqués).

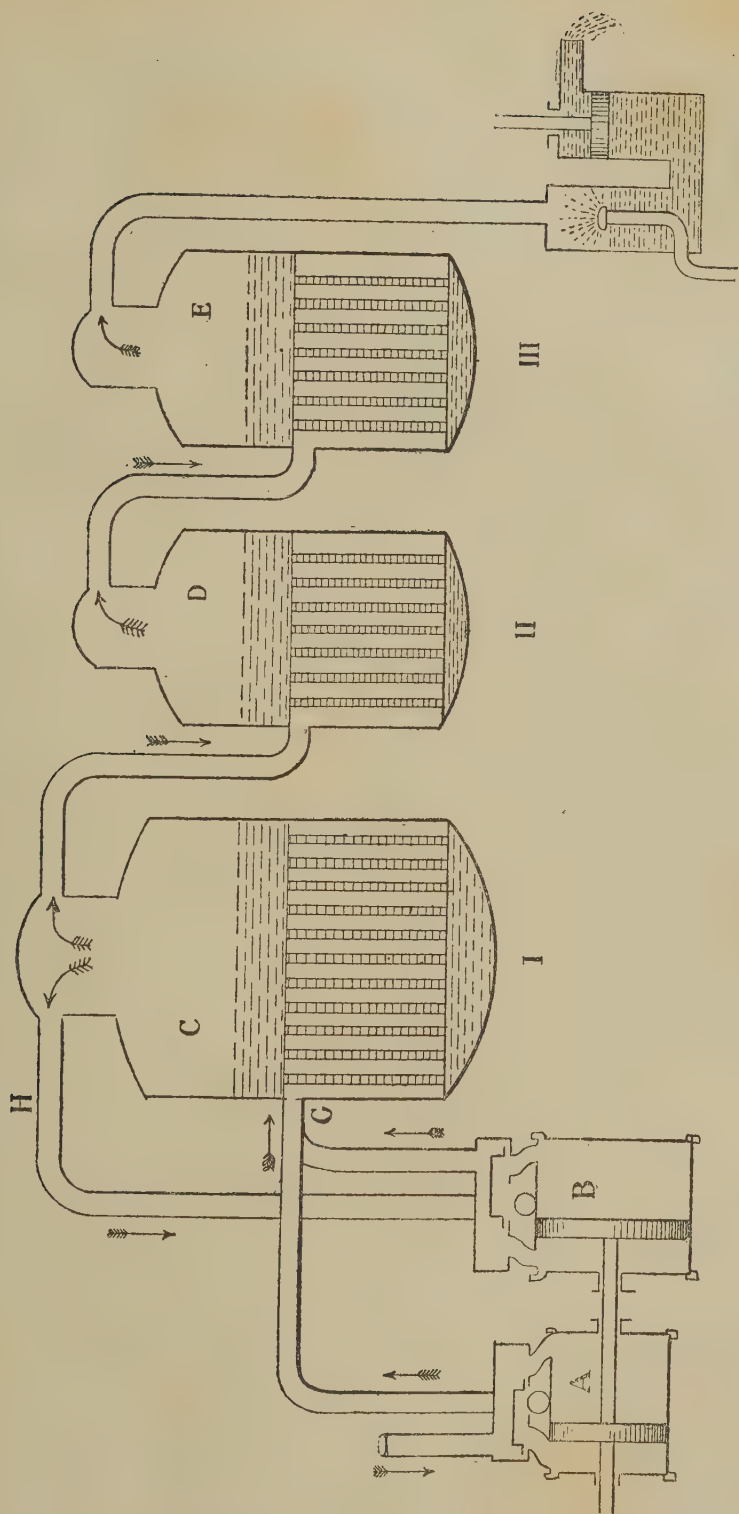


Fig. 126.

	Avant.	Après.
Tension de la vapeur directe en atmosphères	4	7,5
— — de retour en atmosphères	1,5	1,5
Degré de détente des machines.	0,8	0,2
Vapeur consommée pour les machines en kilog. par jour	103,056	61,008
Vapeur consommée pour les appareils d'évaporation kilog.	65,138	53,114
Vapeur consommée pour d'autres usages	181,806	181,806
Vapeur de retour en excès disponible	»	161,008
TOTAL.	350,000	234,920
Charbon brûlé par jour	58,333	39,153
— — par 100 kilog. de betteraves.	23,3	15,6

Svoreik (*) a fait un calcul semblable pour le même système de travail, dont nous extrayons les observations suivantes :

En supposant que la vapeur des chaudières n'a qu'une tension de 4 atmosphères (144° C.) et la vapeur de retour de 1,41 atmosphère (110° C.), nous trouvons que 1 kilogramme de vapeur peut évaporer dans un appareil mixte de Weibel :

Dans l'appareil de compression	kil.	1 400
Dans la 1 ^{re} caisse du triple effet		0 906
— 2 ^e —		0 967
— 3 ^e —		0 975
Total.	kil.	4 248

ou environ 4 1/4 kilogrammes d'eau. Le résultat est ici un peu moins favorable.

Pour un travail journalier de 200,000 kilogrammes de betteraves, les dimensions de la machine à compression sont :

Le diamètre du cylindre à vapeur	0 ^m ,380
— de la pompe à compression	0 ^m ,922
La longueur de la course commune	0 ^m ,800
Le nombre de tours de la machine par minute	50

Jarkovsky (**) ne veut pas répondre d'une façon absolue s'il y a avantage, pour une vieille fabrique existante, de changer son multiple effet d'après le système Weibel. Mais la réponse lui paraît être certaine, s'il s'agit de construire une nouvelle fabrique. On adoptera, dans ce cas, le système Weibel, en modifiant en même temps l'installation des chaudières à vapeur et des machines motrices. Quelques générateurs devraient être à haute pression pour les machines motrices et les autres à basse pression pour le réchauffage des jus. Les machines à vapeur seront à détente et à grande vitesse du piston. Nos machines actuelles peuvent être appelées, à bon droit, des machines antédiluviennes. Jarkovsky rappelle que c'est Peletan qui, le premier, avait adopté le principe de la compression, seulement il employait un injecteur au lieu d'une pompe.

(*) B. Z. VII, p. 187.

(**) B. Z. VII, p. 350 et 397.

Konradi (*) (*Russie*) a visité la fabrique de Pohrlitz et constate que la consommation de houille a diminué par suite du procédé Weibel de 17 à 11,4 % du poids des betteraves travaillées.

Jelinek (**) cite l'exemple intéressant d'une fabrique qui consomme fort peu de charbon. C'est la fabrique d'Elsdorf (Prusse), dans laquelle on travaille 300,000 kilogrammes de betteraves par jour, produisant 50,000 kilogrammes de sucre raffiné en morceaux, obtenu directement du sucre. Cette fabrique ne consomme que 55,000 kilogrammes de houille par jour, y compris le travail de la raffinerie, soit 18 % du poids des betteraves, et cependant son appareil d'évaporation n'est qu'à double effet. La cause de cette économie considérable est que la force motrice s'obtient par une machine à gaz de 120 chevaux, qui consomme 700 litres de gaz d'éclairage par cheval et par heure. Ce gaz ne coûte rien du tout, parce que la fabrique vend le coke, ainsi que l'ammoniaque et le goudron produits par la distillation de la houille, à un prix équivalant à celui de la houille employée. Dans de telles conditions, il se pourrait qu'on travaillât, à l'avenir, avec une machine à gaz et un appareil Weibel seuls.

★ **Selwig** et **Lange**, de *Brunswick* (***) (*Allemagne*), décrivent un nouveau système d'évaporation qu'ils ont imaginé, et qui a pour but d'obtenir d'une évaporation à simple effet autant de résultats que d'une évaporation à effets multiples. Voici en quoi consiste le procédé :

On fait entrer la vapeur de chauffe venant des générateurs, non pas directement, mais bien en lui faisant traverser préalablement un appareil à jet de vapeur, dont la tubulure d'aspiration est raccordée avec la caisse d'évaporation dans laquelle se trouve le liquide à concentrer. Les aspirateurs et compresseurs Koerting remplissent bien le but. On introduit donc dans la chambre de chauffe une partie de la vapeur qui s'échappe du liquide à évaporer. Cette vapeur, en passant par l'appareil à jet, se trouve rechauffée et comprimée à l'aide de la vapeur vierge, ce qui lui permet de céder au liquide à évaporer sa chaleur latente en se condensant.

L'effet utile de la vapeur peut ainsi devenir plus grand que dans les appareils à effets multiples. La même application peut se faire sur les doubles et triples effets, mais moins avantageusement qu'à simple effet. Lorsqu'on dispose d'un appareil d'évaporation composé de plusieurs caisses semblables travaillant à la même pression, on peut refouler dans la chambre à vapeur de ces caisses toute la vapeur produite par l'une d'elles. Lorsqu'on veut faire varier le travail des aspirateurs, il faut monter dans l'installation plusieurs caisses à jets, de façon à pouvoir en mettre en marche le nombre suffisant pour obtenir l'effet désiré, car le travail de ces instruments ne peut se régler d'après l'introduction de vapeur vive. Si la vapeur vive a une pression trop faible, on peut grouper plusieurs injecteurs à la suite les uns des autres, ou les disposer de façon qu'ils reçoivent des injections successives de vapeur vive. Les appareils et les tuyaux doivent être soigneusement préservés du refroidissement.

(*) Sap. de Kieff 1883, p. 107.

(**) B. Z. VII, p. 353.

(***) S. B., 11, n° 13.

L'effet maximum est obtenu lorsque l'évaporation se fait à la même tension que celle de l'atmosphère et avec emploi de vapeur directe à pression élevée.

On arrive par l'application du procédé à une économie de 65 % de la vapeur.

E. SYSTÈMES D'ÉVAPORATION DIVERS.

Citons d'abord, d'après **A. Vivien** (*Saint-Quentin*) (*), quelles sont les conditions nécessaires pour la construction d'un triple effet rationnel.

Les voici :

1° Établir une circulation régulière des vapeurs en adoptant des chicanes en spirale (fig. 129) dans toutes les caisses;

2° Élargir successivement les conduits de vapeur communiquant d'une caisse à l'autre, et ménager dans la cuve de chaque caisse un bossage ayant la hauteur du faisceau tubulaire pour avoir l'arrivée de vapeur sur toute la hauteur;

3° Disposer dans chaque caisse un tuyau de purge *a* (fig. 127) ayant toute la hauteur, de la chambre de vapeur et se rendant dans la caisse suivante par l'intermédiaire d'un robinet *e* qu'on peut régler à volonté pour faire varier le vide dans chaque caisse et le maintenir dans les conditions suivantes, exprimées en colonne de mercure :

Première caisse. — 0,450 m/m de pression, soit 86° C. de température (vide 11 pouces 1/2);

Deuxième caisse. — 0,190 m/m de pression, soit 66° C. de température (vide 21 pouces);

Troisième caisse. — 0,090 m/m de pression, soit 46° C. de température (vide 25 pouces 1/2);

4° Établir les retours d'eau de chaque caisse à l'extrémité du circuit de la vapeur et immédiatement en dessous du tuyau de purge *a*, et les faire rendre dans un vase collecteur, récipient général des retours, et faire faire à chaque tuyau P, O, N et M, qui reçoivent les retours des trois caisses et du condenseur-réchauffeur, un coude ou syphon de hauteur suffisante pour compenser les différences de vide et éviter le passage de la vapeur, quoique chaque tuyau soit muni en S, U, Y, d'un clapet de retenue dont on règle la course à volonté par un bouchon fileté.

Au lieu de cette disposition, il est préférable d'adopter le système très ancien de retour d'une caisse dans l'autre en faisant faire syphon à chacun d'eux pour éviter les communications directes de vapeur.

Chaque caisse étant munie d'un tube de niveau, dont on voit l'application à la première caisse, on peut régler les robinets T, V et *d* pour avoir évacuation complète de l'eau.

Dans un cas comme dans l'autre, toutes les eaux sont réunies dans le récipient général des retours, et vont à la pompe à eaux ammoniacales par le conduit R, ou, en cas d'accident à cette pompe, au condenseur de la pompe à air par le conduit de sûreté O.

Nous avons dit que Vivien conseille l'adoption des chicanes en spirale (fig. 129) dans toutes les caisses.

(*) Compte rendu du Congrès sucrier de Saint-Quentin, 1882.

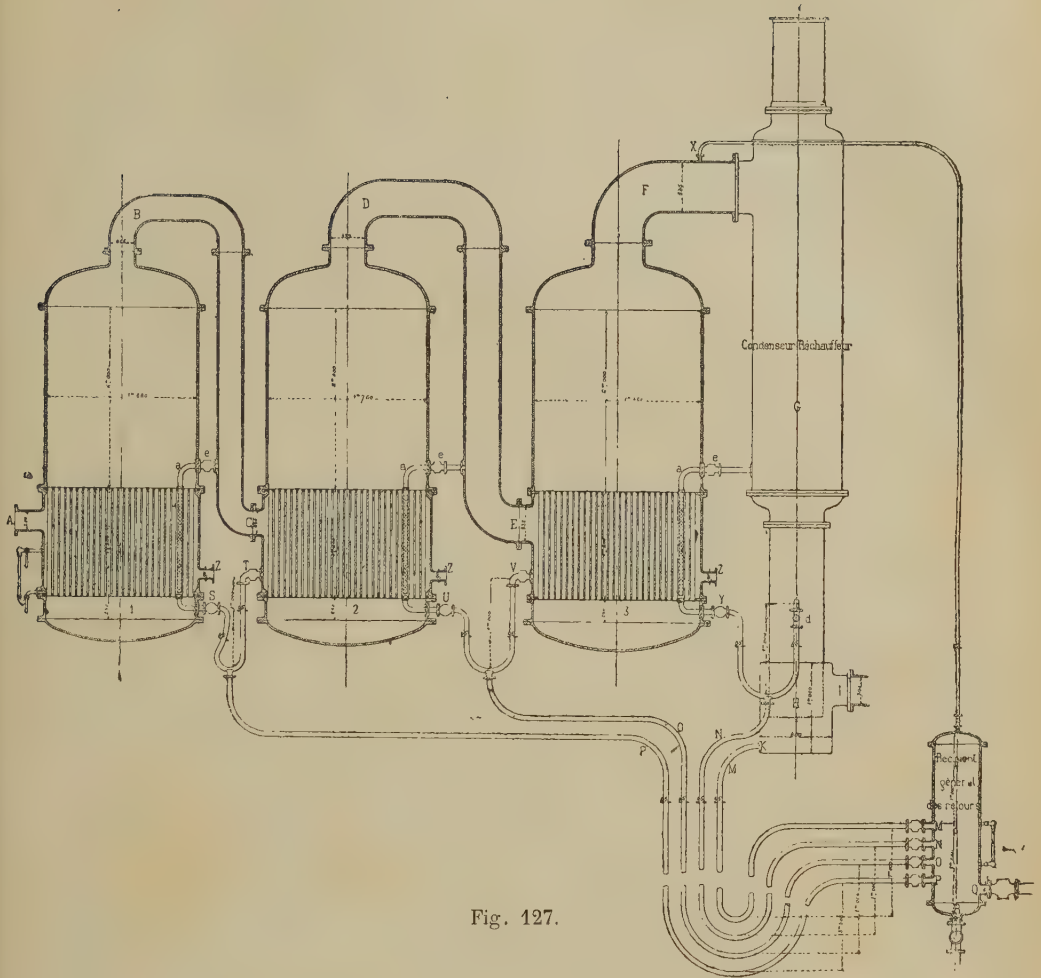


Fig. 127.

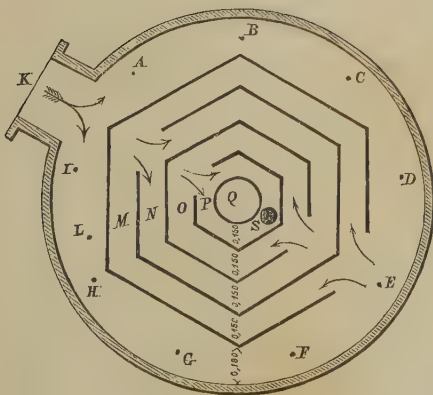


Fig. 128.

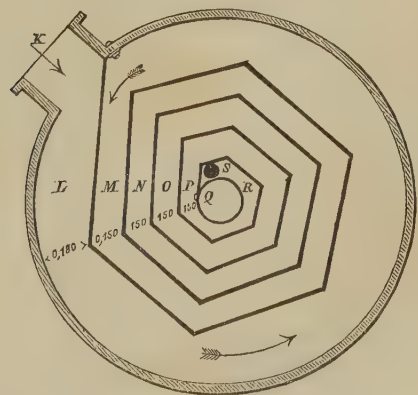


Fig. 129.

La vapeur y est obligée de circuler continuellement, en partant de la périphérie par K, L, M, N, O, P, de manière à s'approcher de plus en plus du centre Q. L'eau de condensation s'écoule finalement en s.

Une disposition analogue, mais moins pratique, avait été employée déjà par Caillet C¹⁰ (fig. 128). La vapeur y circule aussi en spirales de droite et de gauche, et l'eau de condensation s'écoule en s. L'inconvénient de ce système est la division de la vapeur en deux courants qui, certainement, n'ont jamais la même intensité.

Un système de chicanes, que l'on rencontre aussi parfois, est celui représenté figure 130. La vapeur suit le chemin tracé par les flèches; elle entre par la tubulure circulaire K et parcourt les compartiments L, M, N, O, P. R. La purge des gaz se fait en s.

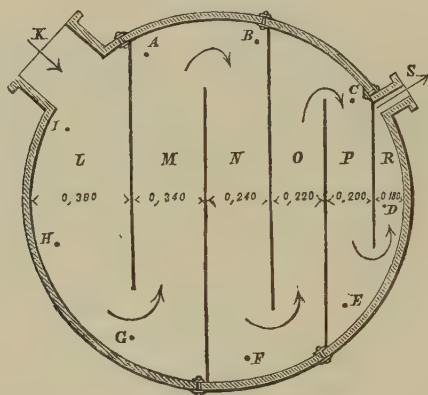


Fig. 130.

★ **A. Gilain** (*), constructeur à Tirlemont et fabricant de sucre à Embresin (Belgique), a installé dans son usine un triple effet disposé de façon à utiliser les gaz chauds s'échappant par les carnaux.

Les trois caisses sont horizontales. La première est plongée à mi-corps dans le carneau qui reçoit les gaz à la sortie des générateurs ou plutôt dans un passage spécial raccordé à ce carneau et disposé de telle façon que, par des registres, on puisse amener les gaz soit dans ce deuxième passage, soit dans leur conduite habituelle. L'appareil peut donc être complètement isolé immédiatement lorsqu'il est nécessaire. Les vapeurs produites par cette première caisse passent dans la seconde comme d'habitude. Les deux dernières caisses se trouvent dans la salle principale de la fabrique. Leur surface de chauffe est de 350 mètres carrés.

L'usine produit 2,000 hectolitres de jus à 1,030 densité et à 60° C. à l'entrée de l'appareil. A la sortie de la première caisse, la densité est de 1,055 à 108° C., la tension des vapeurs de la caisse étant de 0,2 à 0,3 atmosphère effective.

En admettant 6 kilogrammes de vapeur à 4 atmosphères par kilog. de char-

(*) S. B. 11, n° 11.

bon, le calcul établit que l'évaporation dans la première caisse représente 14,900 kilog. de charbon constituant l'économie produite.

De fait la consommation de charbon à Embresin a diminué depuis cette installation de 12,000 kilog. par 24 heures.

Les gaz chauds à l'entrée avaient 250° C. et à la sortie 90° C.

Dans les usines, on atteint très rarement 150° C. comme température des gaz chauds. En sucrerie, il est difficile de descendre à 250° C.; on arrive souvent, au contraire, à 300, 350 et 400, chiffres qui représentent des pertes de chaleur considérables.

★ **Horsin-Déon** (*) conteste ces résultats. En se basant sur les données précédentes, il constate par le calcul que l'évaporation totale dans les trois caisses se chiffre par un poids de vapeur supérieur au poids total du jus introduit dans l'appareil. Il fait aussi remarquer la contradiction qui existe entre la température de 90° des gaz, après le passage de la première caisse et la température du jus de 108° à la sortie de cette première caisse. Il établit encore que toute l'évaporation s'effectuant sans dépense de vapeur d'aucune sorte, les retours divers qui alimentaient le double effet auparavant doivent s'échapper en pure perte. On perdrait donc en échappement à peu près ce que la nouvelle caisse installée dans les carnaux fait gagner. Le procédé Gilain mérite cependant l'attention, mais il faudrait des éléments moins contradictoires pour porter un jugement.

Walkhoff (**) trouve excellent le système installé par Gilain, à Embresin. Seulement, il rappelle qu'il a déjà émis cette idée en 1872 dans son *Traité de fabrication du sucre*. Il y est dit, en effet :

« On pourrait utiliser aussi la chaleur des gaz de combustion directement pour évaporer sans frais les jus (ou les eaux de lavage). Il n'y aurait qu'à placer un appareil tubulaire dans le carneau principal. Les gaz de combustion passeraient dans les tubes et réchaufferaient les jus dans le vide à une température de 83° C. »

Walkhoff mentionne, de plus, que dans une petite fabrique située au gouvernement de Charkov (Russie), on a réchauffé déjà depuis dix ans les vapeurs de chauffage au moyen des gaz de combustion, et que les résultats obtenus ont été satisfaisants.

K. von Wislocki (***) (*Berlin*) a eu l'idée assez originale de remplacer la vapeur qui sert à évaporer les jus, par le gaz carbonique sortant des fours à chaux qui a d'ordinaire une température de 300° C. environ. Ce gaz s'emploie exactement de la même manière que la vapeur, seulement, comme les cendres qu'il entraîne encrasseraient les tubes de l'appareil d'évaporation, il faudrait installer une caisse à compartiments, à l'effet d'y faire déposer les cendres. Si la température du gaz carbonique est trop élevée, on peut le faire passer par un calorisateur, avant de l'introduire dans l'appareil d'évaporation. En sortant de cet appareil, le gaz passe comme à l'ordinaire dans les laveurs, et puis à la pompe à gaz. Dans les fabriques qui emploient comme combustible pour les générateurs le bois au lieu de la houille (comme c'est le cas pour

(*) S. I., 21, n° 8.

(**) Z., p. 205 et 203.

(***) O. 1883, p. 982.

beaucoup de fabriques russes), on aspire les gaz des carnaux (qui contient jusqu'à 15 % d'acide carbonique), pour les employer à la saturation. Ces gaz peuvent servir également à évaporer préalablement les jus. On peut utiliser de même dans ce but les fours à strontiane. Par suite de la haute température des gaz, l'ébullition des jus sera beaucoup plus vive et, de plus, ce chauffage ne coûtera presque rien. (Nous croyons que cette méthode n'est pas pratique pour la simple raison que la chaleur disponible dans le gaz carbonique est beaucoup plus faible que Wislocki le suppose. Ainsi nous pouvons supposer qu'une fabrique emploie 3 kil. de gaz carbonique par 100 kil. de betteraves travaillées, et que ce gaz a une température de 300° C. Admettons, de plus, que le jus entre en ébullition à 100° C. Comme le gaz carbonique ne saurait dégager par suite que 200 calories, son effet sera trois fois moindre que celui de la vapeur, ou égal environ à celui de 1 kil. de vapeur pour les trois caisses réunies. Si nous admettons que 1 kil. de charbon produit 8 kil. de vapeur, l'économie totale ne sera que 1/8 kil. de charbon par 100 kil. de betteraves travaillées. Cette économie insignifiante ne peut contrebalancer les grands inconvénients du système proposé. F. S.)

Joseph Görz (*) (*Berlin*) a recherché un moyen pour favoriser la circulation des jus dans les appareils, ce qui a pour effet, comme nous l'avons vu, d'accélérer l'évaporation.

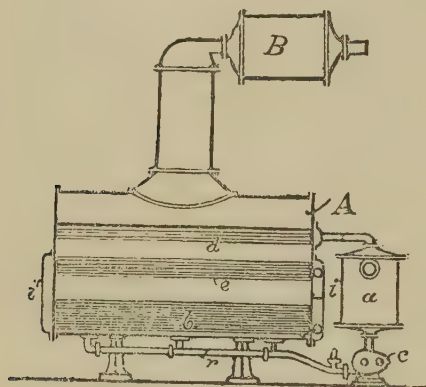


Fig. 131.

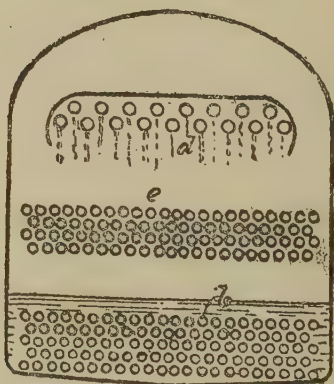


Fig. 132.

La figure 132 est une coupe transversale par la figure 131 et dessinée à une échelle plus grande.

Nous supposons l'appareil horizontal. Les jus sont aspirés par une pompe de la partie inférieure de chaque caisse d'évaporation, et cela d'une manière continue. La pompe refoule les jus dans un réchauffeur et de là dans une série de tubes disposés dans la partie supérieure de la même caisse. Ces tubes ont à leur partie inférieure de nombreuses ouvertures par lesquelles le jus tombe comme une pluie sur une série de tubes placés plus bas. Le jus arrive ensuite dans le fond de la caisse, où il est réchauffé par une série de tubes horizontaux, comme à l'ordinaire.

(*) O. XXI, p. 783, et Z. 33, p. 695.

Après avoir passé par le réchauffeur susmentionné, les jus ont une température plus élevée que celle qui règne dans l'appareil, de sorte qu'une évaporation partielle a lieu à leur rentrée. En tombant ensuite à l'état fort divisé sur la deuxième série de tubes qui sont très chauds, une évaporation énergique a lieu et est achevée au fond de la caisse. Cette évaporation au-dessus du liquide est très avantageuse, à cause du libre dégagement des bulles d'air. On supprime souvent ceux des tubes supérieurs qui se trouvent près du bord de la caisse, pour faciliter le dégagement des bulles de vapeur du liquide qui se trouve au fond. Au lieu d'une pompe ordinaire, on peut employer aussi une pompe rotative ou un injecteur. Seulement, dans ce dernier cas, l'injecteur n'est pas mis en mouvement par de la vapeur, ce qui diluerait le jus, mais par du jus frais qui arrive d'un réservoir situé à un étage supérieur.

Pour appliquer le système de Görz aux appareils d'évaporation verticaux, on donne aux tubes supérieurs une disposition annulaire ou en serpentín.

Delacourt et Dolignon (*) (*Saint-Quentin*) ont installé dans quelques fabriques des appareils d'extraction, augmentant, d'après eux, la puissance d'évaporation du triple-effet de 25 à 60 %, avec des sirops pesant 20° B. au minimum et permettant de cuire à vapeur détendue.

Les inventeurs n'ont donné aucune indication sur les détails de leur système.

Nous rappelons encore à cette occasion que **Louis Walkhoff** (**) (*Kieff*) a également annoncé un système d'évaporation inventé par lui, mais dont il ne donne pas les détails.

F. MODIFICATIONS DES APPAREILS D'ÉVAPORATION.

A. Kux (***) (*Berlin*) a imaginé de chauffer les jus dans les appareils d'évaporation non pas au moyen de tubes ou de serpentins, mais au moyen de plaques en tôle bosselées. Chaque élément de chauffage se compose de deux plaques *aa* (fig. 133), qui sont rivées ou soudées par leurs bords. A la partie inférieure des



Fig. 133.

plaques se trouvent des ouvertures circulaires *b*, dans lesquelles s'adapte un anneau *c*; l'ouverture *b* communique avec l'intervalle des plaques par de petites ouvertures *ddd*. L'appareil contient un grand nombre de ces éléments de chauffage, qui sont réunis entre eux de manière que leurs ouvertures *bbb* forment un seul tuyau (qui se prolonge en dehors de l'appareil) destiné à faire entrer les vapeurs de chauffage dans les plaques bosselées (fig. 134-136).

Le tuyau *bb* est rendu étanche au moyen de disques annulaires en caoutchouc

(*) J. d. F. S., 25, n° 3.

(**) Voir page....

(***) N. Z. XI, p. 216 et p. 90.

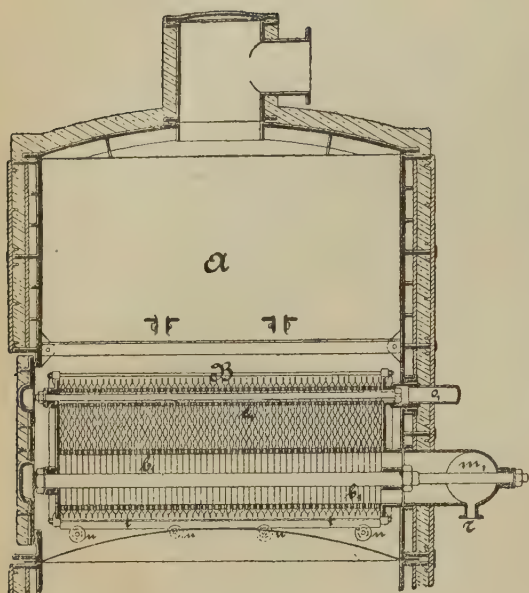


Fig. 134.

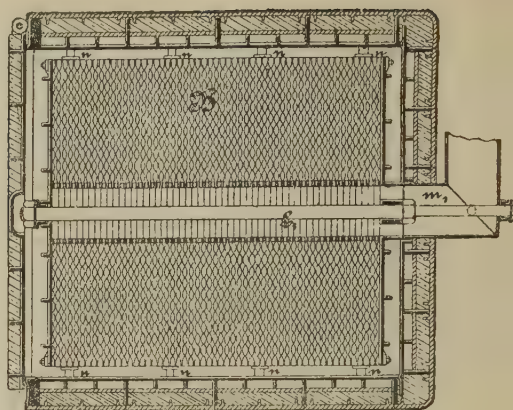


Fig. 135.

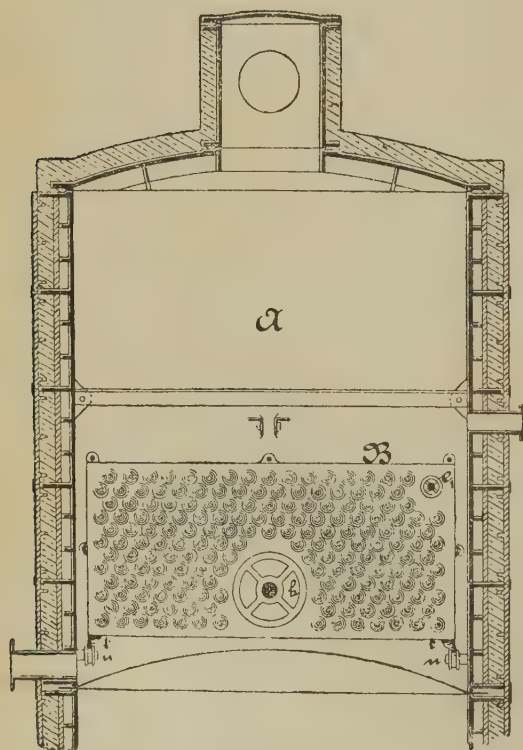


Fig. 136

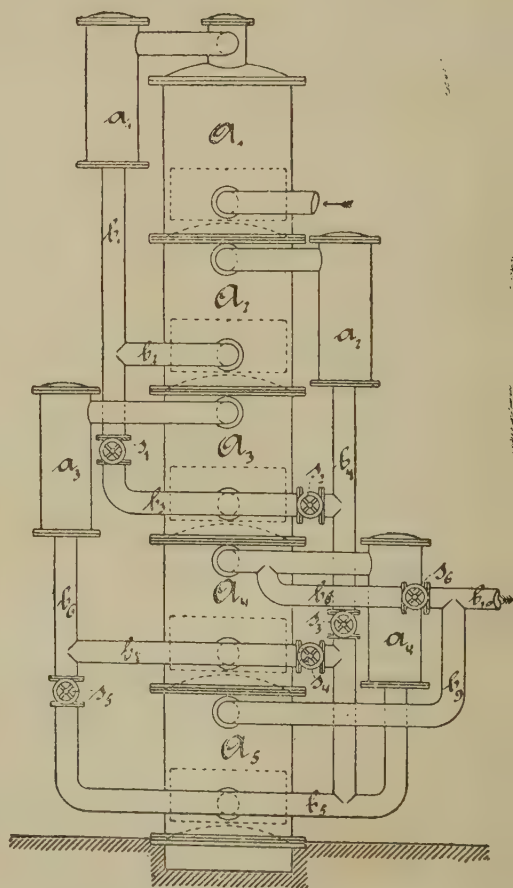


Fig. 137.

intercalés entre les anneaux métalliques et par un grand boulon de serrage. L'eau de condensation sort du même tuyau *bb* par une ouverture inférieure *r*. A la partie supérieure du système se trouve un tuyau plus petit *ee* disposé de la même manière que *bb*. Il sert à dégager les vapeurs ammoniacales qui sont enlevées par une pompe.

Une disposition analogue a été imaginée par *Kux* pour les appareils à cuire, seulement le tuyau *ee* y est supprimé lorsqu'on veut chauffer avec la vapeur directe seule.

En outre, *Kux* dispose les appareils d'évaporation d'une manière particulière. Il place cinq caisses d'évaporation de son système l'une au-dessus de l'autre et dispose 6 soupapes de communication de manière à pouvoir faire marcher cet appareil soit à triple effet, soit à quadruple effet, soit à quintuple effet (fig. 137).

(Nous ne croyons pas que cette disposition soit fort pratique, d'abord à cause des difficultés de construction et d'installation, et puis à cause de l'inégalité des surfaces de chauffe, lorsqu'on ne veut pas travailler à quintuple effet. F. S.)

Le condenseur (*) des appareils d'évaporation et à cuire peut être un condenseur soit à injection d'eau, soit à surfaces condensantes.

Les dernières ressemblent beaucoup par leur construction aux surfaces de chauffe des caisses d'évaporation et de cuite (fig. 138).

Deux tuyaux *cc* et *c'c'* sont ménagés dans le système de plaques bosselées, exactement comme nous l'avons décrit précédemment.

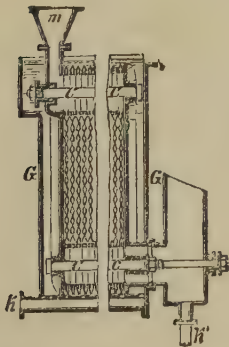


Fig. 138.

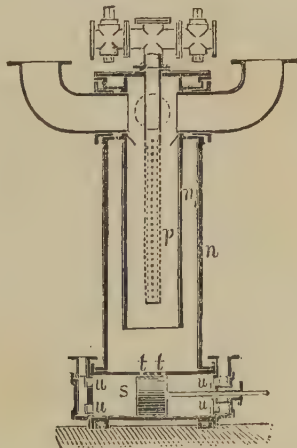


Fig. 139.

La vapeur et le gaz dégagés par le jus de la dernière caisse et par celui de l'appareil de cuite arrivent par une tubulure *m* dans le tuyau supérieur *cc* et passent de là par les ouvertures *dd* dans le système des plaques bosselées. Après que la vapeur a été condensée, les gaz passent par les ouvertures *d, d, d*, dans le tuyau inférieur *c'c'* et de là à la pompe à air. L'eau condensée est enlevée de l'ouverture *k*, par une petite pompe ordinaire. L'eau destinée à opérer cette condensation arrive par un tuyau à la partie inférieure du conden-

(*) N. Z. X, p. 198.

seur et s'élève dans tout le vase en circulant autour des plaques bosselées ; puis elle s'écoule par une ouverture supérieure.

On peut aussi employer un condenseur à injection d'eau. Celui-ci est composé d'un cylindre extérieur n et d'un cylindre intérieur n_1 , tous les deux verticaux (fig. 139). Le dernier prend à sa partie supérieure une forme rectangulaire, où s'adaptent deux tuyaux qui amènent les vapeurs à condenser de l'appareil d'évaporation et de l'appareil de cuite. Les vapeurs passent dans le cylindre intérieur où elles sont condensées par une injection d'eau froide p . En dessous du cylindre extérieur se trouve une pompe horizontale qui communique avec celui-ci par plusieurs ouvertures tt situées au milieu de la pompe et recouvertes en entier par le piston s de la pompe lorsque celui-ci est arrivé au milieu de sa course. Quand le piston s s'avance au delà du milieu, l'eau s'écoule par les soupapes uu et, quand il retourne, par des soupapes $u_1 u_1$. Ces soupapes sont maintenues par des ressorts en hélice.

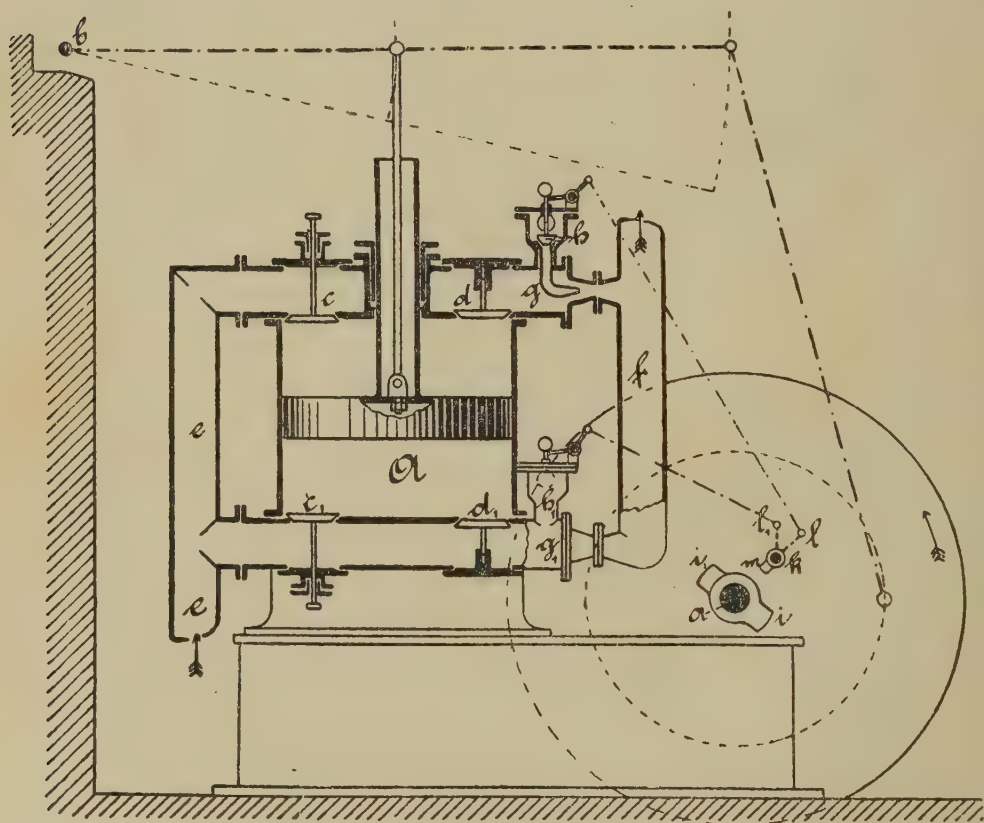


Fig. 140.

A. Kux (*) a également modifié la pompe à air, de manière à pouvoir produire un plus grand vide. La pompe est à double effet et est munie de 2 soupapes à refoulement (fig. 140). A la suite de chacune de ces deux dernières, on

(*) N. Z. XI, p. 201.

a placé un éjecteur à vapeur qui augmente la force aspirante de la pompe. Ces éjecteurs à vapeur sont commandés par des leviers disposés sur l'axe de la machine, de sorte qu'ils ne peuvent fonctionner que pendant le refoulement de l'air par la pompe.

La vapeur qui sort de l'éjecteur ainsi que la vapeur refoulée par la machine passent ensemble dans le tuyau de refoulement, et peuvent être employés de nouveau pour réchauffer les jus, etc.

Dans les appareils verticaux, on trouve souvent au milieu des tubes de chauffage un large tube de communication vertical à section circulaire servant à faciliter la circulation du jus. *F. Hallström et C. Pölcke* (*) (Nienburg) ont donné à ce tube une forme singulière qui rappelle assez bien celle d'une poire, et qui en dehors du but mentionné a encore l'avantage de diminuer la section offerte à la vapeur de chauffage à mesure qu'elle s'approche de la sortie (fig. 141).

Nous avons vu que c'est là une question importante, puisque dans la disposition ordinaire la vapeur, en raison de sa condensation partielle, se dilate et se refroidit vers la sortie ; ce qui diminuerait notablement son effet utile. En donnant à l'ouverture centrale la forme indiquée, on évite cet inconvénient. Cette ouverture occupe environ un tiers de la section totale de la caisse.

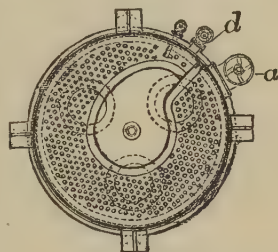


Fig. 141.

★ **La Société anonyme des ateliers de construction, de Boussu**, construit un modèle de triple effet qui comporte les perfectionnements suivants : (*) évacuation permanente des vapeurs ammoniacales qui se logent dans la partie supérieure des faisceaux tubulaires des deux dernières caisses ; extraction des eaux de condensation des dits faisceaux par une pompe double munie de réservoirs d'aspiration avec indicateurs de contrôle ; chauffage circulaire et uniforme des tubes ; gros tube central dans chaque caisse ; soupapes pour isoler à volonté la deuxième ou troisième caisse pendant le travail ; double condenseur à injection.

★ **Gilain** (**), constructeur à *Tirlemont (Belgique)*, construit aussi un triple effet qui présente quelques particularités : La surface de chauffe est répartie proportionnellement aux diamètres différentiels des caisses, et est calculée de façon que chacune d'elles produise la même quantité de vapeur en maintenant la même chute de température de l'une à l'autre. Chaque chaudière porte un tube central de grand diamètre pour la circulation facile des jus pendant l'ébullition. Une toile métallique, posée à la partie supérieure de la rehausse cylindrique, prévient l'entraînement des jus. Des soupapes spéciales permettent d'isoler à volonté l'une des caisses, et de travailler à double effet pendant les nettoyages ou réparations de la troisième. La disposition permet aussi de travailler à simple effet, et simultanément dans chacune des trois caisses. Des soupapes introduisent, dans chaque caisse, les vapeurs venant du ballon et les jus à concentrer. Une sortie des jus concentrés existe

(*) N. Z. X, p. 147.

(**) J. d. F. S., 24, N° 44.

également à chaque caisse. Par cette disposition on peut, à un moment quelconque, forcer le travail de l'usine.

La condensation a lieu par un système de trois injections, se faisant l'une au sommet de la colonne de sûreté, la seconde au pied de celle-ci (une lunette-fenêtre en permet la surveillance), et la troisième, près de la pompe à air, est réglée par un cône mobile.

★ Le nouveau triple effet de **Dujardin**, à *Lille (France)*, est construit d'après les principes émis par Vivien à ce sujet : La vapeur arrive centralement dans le faisceau tubulaire, et elle est dirigée par une cloison en spirale vers la paroi extérieure des caisses.

L'eau condensée et les gaz non condensables sont évacués à l'extrémité du circuit. Il résulterait de cette disposition les effets suivants :

Les tubes du centre du faisceau étant chauffés par la vapeur à son entrée à une température plus élevée que celle du pourtour, le jus circule très activement en montant dans les tubes du centre pour redescendre par ceux de la périphérie, ce qui est très favorable à l'évaporation. — Les anciens vases de sûreté sont supprimés. Chaque caisse est surmontée d'un chapiteau qui les remplace. — Les conduites de vapeur d'une caisse à l'autre sont à grande section, et le diamètre augmente successivement (fig. 142).

★ Le triple effet exposé par la **Compagnie de Fives-Lille**, à *Amsterdam*, présente : (*) Une enveloppe en tôle perforée interposée entre le faisceau tubulaire et l'enveloppe extérieure, ce qui oblige la vapeur à se répandre uniformément ; un tube central de grand diamètre, ce qui permet au liquide expulsé du faisceau tubulaire par l'ébullition un retour facile à la partie inférieure de la chaudière et active par là l'évaporation. Les chaudières peuvent être isolées par des soupapes spéciales. Les diamètres des trois caisses sont différentiels.

B. Kodl (**) (*Radotin*) divise les chambres à vapeur des appareils horizontaux situées en avant et en arrière des tubes de chauffage par des diaphragmes verticaux, de manière à obtenir une circulation plus longue de la vapeur (fig. 143). (Ce système rappelle un peu celui de Jelinek, mais nous paraît bien inférieur à ce dernier. F. S.)

A. Wernicke (***) (*Halle*) a fait encore une modification aux appareils verticaux. Il a divisé la chambre à vapeur de la première caisse en deux parties *C* et *D* par une tôle horizontale : une partie supérieure pour l'entrée de la vapeur et une partie inférieure plus grande qui sert à chauffer les jus au moyen de la vapeur de retour (fig. 144).

Au milieu de la caisse se trouve un large tuyau vertical *r* par lequel la vapeur de retour entre. Celle-ci passe ensuite par de nombreuses ouvertures dans la partie inférieure. La vapeur de retour de la caisse supérieure sort également par un petit tube dans le tuyau du milieu et s'y réunit avec les autres vapeurs

(*) J. D. F. S., 24, n° 43.

(**) N. Z. X, 232.

(***) N. Z. XI, p. 48.

deretour au moment de leur entrée dans la partie inférieure en agissant sur elles comme une espèce d'injecteur. Après avoir agi, les vapeurs sortent par plusieurs ouvertures dans un tube annulaire placé tout autour de la caisse. Les vapeurs passent de là à la condensation.

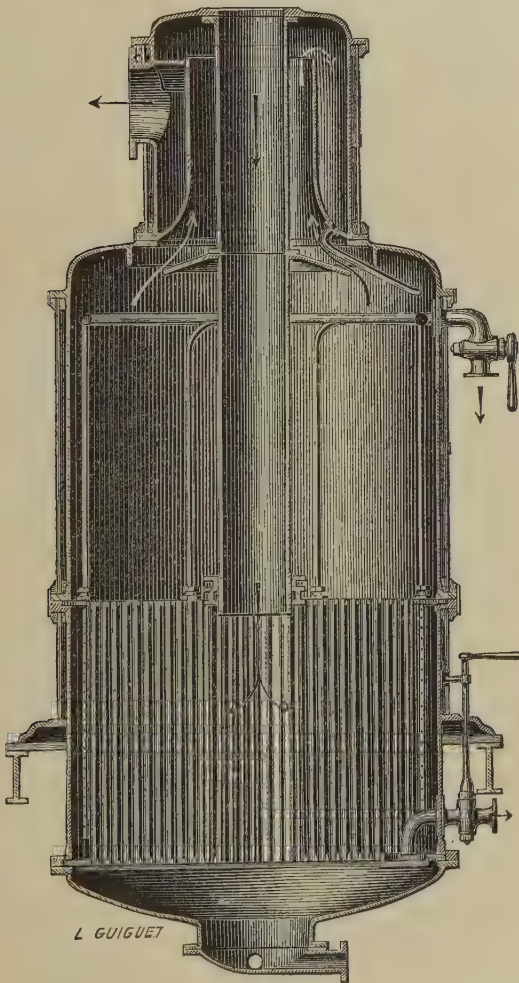


Fig. 142.

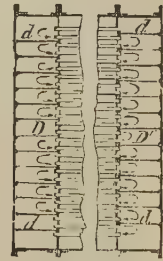


Fig. 143.

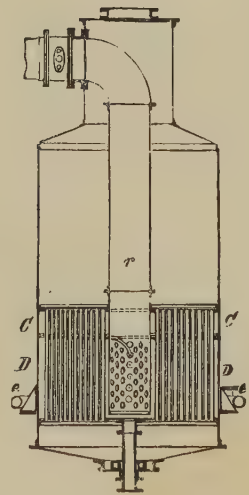


Fig. 144.

L'eau de condensation sort par un tuyau traversant le fond de la caisse.

Les vapeurs dégagées par le jus de la première caisse passent dans la deuxième, qui est disposée de la même façon que la première.

○. **Wirth** (*) (*Neuschönefeld*) fait passer les vapeurs de chauffage dans des boules sphériques nombreuses (fig. 145) réunies entre elles par des tubes

(*) N. Z. XI, p. 143.

de communication verticaux *BB* et par deux tubes en hélice *AA* disposés à leurs parties supérieure et inférieure. — Le jus qu'il s'agit d'évaporer arrive à la partie supérieure du vase en *E* et est distribué par des balais métalliques *TTT* uniformément sur toutes les boules. Après s'être concentré au contact de leurs surfaces chaudes, il tombe dans un réservoir collecteur *H*.

Les vapeurs dégagées par l'évaporation du jus sont aspirées (à la partie supérieure en *G* et en plusieurs endroits de la circonférence *KK*) par l'action d'une pompe à air et d'un condenseur.

De petites plaques de distribution se trouvent au milieu des boules sphériques pour forcer les vapeurs de se mettre en contact intime avec la surface de ces boules.

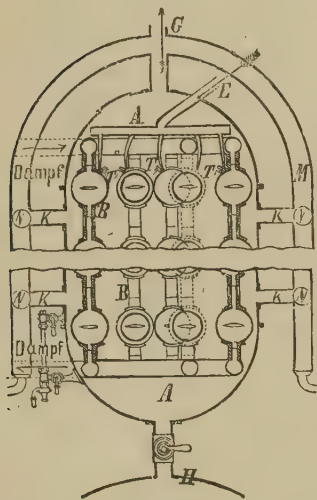


Fig. 145.

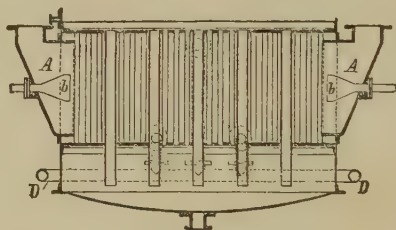


Fig. 146.

Quand on fait arriver dans un appareil d'évaporation en même temps de la vapeur directe et de la vapeur de retour, il peut arriver que la vapeur directe refoule la vapeur de retour et que par suite l'effet utile est diminué.

Geb. Forstreuter (*) (*Oschersleben*) ont tâché de remédier à cet inconvénient (fig. 146) pour les appareils verticaux. La vapeur de retour est introduite dans la chambre de chauffe *A* sur toute la hauteur des tubes verticaux et la vapeur directe arrive par un entonnoir plat *b* dans cette même chambre, de manière à aspirer la vapeur de retour qui arrive tout autour de l'entonnoir *b*, et dans le même sens.

Les tubes verticaux sont disposés en groupes, de manière à retarder le passage de la vapeur à travers l'appareil.

Dans les réchauffeurs, on fait arriver le mélange des vapeurs par le milieu, la vapeur et l'eau de condensation peuvent être aspirées ou bien à la périphérie de la chambre de chauffe, ou bien au milieu à la partie inférieure.

(*) B. Z. VII, p. 131.

Dans le dernier cas, on a placé une tôle devant l'entrée de la vapeur, pour forcer les vapeurs de se répandre de tous les côtés.

Pendant l'évaporation des jus, il se forme des dépôts qui incrustent (dans les appareils verticaux) les tubes de chauffage et qui diminuent l'effet utile de la surface de chauffe. On est obligé, par suite, de nettoyer fréquemment ces tubes au moyen de racloirs en fer. Le baron **A. de Podwils** (*) (*Munich*) a inventé une disposition qui permet de faire ces nettoyages sans ouvrir l'appareil et même au besoin pendant que l'appareil est en marche (fig. 147). *CC* sont des tiges auxquelles on a fixé les racloirs qui peuvent être rigides ou qui forment ressort. Toutes ces tiges sont réunies en un système qui peut être élevé ou abaissé, ce qui suffit pour nettoyer les tubes.

Podwils a inventé, en outre, deux appareils destinés à évaporer à sec des liquides concentrés, mais leur application à l'industrie sucrière ne nous paraît pas probable. Nous nous abstenons donc d'en donner les détails.

W. F. Browne (**) (*New-York*) a inventé aussi divers appareils servant à l'extraction, à l'évaporation et à la concentration des jus. Comme tous ces appareils ne paraissent pas avoir d'utilité pour la fabrication du sucre de betteraves, nous nous réservons d'en parler à propos de la fabrication du sucre de canne.

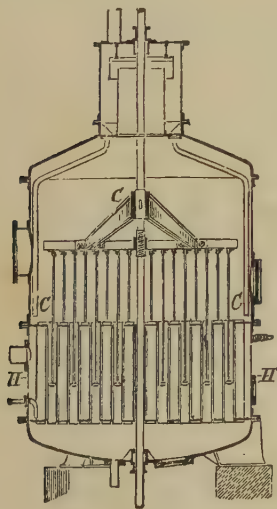


Fig. 147.

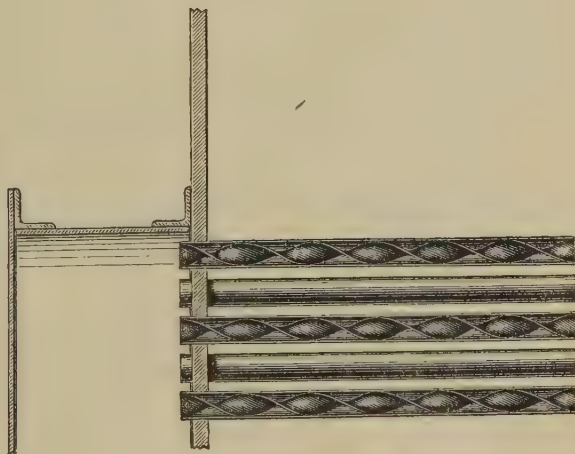


Fig. 148.

Nous croyons utile, au contraire, de dire quelques mots sur l'installation de spirales (fig. 148) et d'hélices dans les tuyaux d'évaporation des appareils horizontaux ou verticaux, et dont le but est d'achever la circulation des vapeurs ou des jus, en les mettant en contact plus intime avec les parois de l'appareil. Il en résulte divers avantages.

Dans les appareils horizontaux, la vapeur est utilisée plus complètement puisque le parcours de cette vapeur devient plus long. De plus, les dépôts ne

(*) B. Z. VIII, p. 32.

(**) N. Z. XI, p. 172.

viennent plus se coller sur les tuyaux, mais bien sur les spirales puisque celles-ci ont la température du jus, tandis que les tuyaux reçoivent la chaleur de la vapeur. Enfin, l'évaporation se fait plus facilement. D'après le constructeur Pickhard (Hagen), l'installation des spirales donne une économie de 12 % pour l'évaporation des jus, et celle des hélices, une économie de 20 %. Les spirales coûtent par mètre de longueur et par millimètre de largeur (ou de diamètre) 2 centimes, les hélices 7 centimes.

Tout le monde connaît l'appareil de **Hodek** destiné à retenir les jus qui sont entraînés par la vapeur quand l'évaporation devient trop tumultueuse.

C'est un cylindre horizontal, dans lequel se trouvent à une certaine distance des deux extrémités 2 tôles perforées destinées à retenir les gouttelettes du jus entraîné. Comme cet appareil, du reste très pratique, ne protège pas complètement contre les entraînements de jus, **G. Le Docte** (*Chastre*) l'a modifié en plaçant entre les 2 tôles perforées, mais assez près de la sortie, encore deux autres tôles en cuivre avec des ouvertures tellement petites qu'on en trouve 700,000 à 800,000 par mètre carré. A leur partie inférieure, ces tôles en cuivre sont découpées, pour permettre au liquide recueilli de s'écouler librement par un tuyau placé au milieu chargé de le ramener à l'appareil d'évaporation.

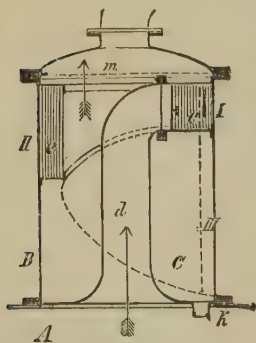


Fig. 149.

Une autre disposition a été imaginée par **Herm. Schmid** (*) (*Hambourg*) (fig. 149). L'appareil d'évaporation *A* est muni d'un dôme *B*. Les vapeurs qui se sont dégagées dans l'appareil *A* remontent par le tuyau *d* et passent dans le tuyau circulaire *e*, dont la section est d'abord carrée (I), puis s'allonge graduellement (II) de manière à devenir finalement très étroite (III) après avoir fait un tour entier. La section carrée de ce tube ne change pas pendant tout ce trajet. La vapeur sort en III dans le dôme *C* par une ouverture qui occupe toute sa hauteur. Les vapeurs se dégagent alors par le tamis *m* et le jus entraîné s'égoutte par *K* dans l'appareil *A*.

La même disposition peut être appliquée aussi dans l'appareil de sûreté qui se trouve généralement à la suite de chaque appareil d'évaporation.

Nous avons vu dans nos études préliminaires que pour obtenir un bon effet à l'évaporation il est essentiel que la tension de la vapeur ne puisse diminuer vers la sortie. Pour arriver à ce but, on a inventé un grand nombre d'appareils qui ont tous pour principe de faire sortir automatiquement les eaux condensées sans que la vapeur puisse jamais être entraînée à son tour.

Citons d'abord le système de **Kusenber**g (**). La vapeur à sa sortie entre simplement dans un tube recourbé, dans lequel se trouve une petite soupape. Cette soupape se ferme par suite de la dilatation du tube, quand celui-ci ne contient que de la vapeur, mais elle s'ouvre quand le tube ne contient que de l'eau condensée qui est beaucoup plus froide.

Dehne dispose une petite caisse spéciale dans laquelle on a placé une boule sphérique qui maintient sur son siège une soupape aussi longtemps que l'ap-

(*) N. Z. XI, p. 135.

(**) Jahresbericht de Stammer XXI.

pareil ne contient que peu d'eau. Quand la quantité d'eau devient plus grande, la boule sphérique faisant fonction de flotteur s'élève, la soupape s'ouvre et l'excédent de l'eau condensée s'écoule.

Une disposition analogue a été inventée par *Schäffer et Walcker* (*), de Berlin. La vapeur et l'eau de condensation arrivent par la partie supérieure

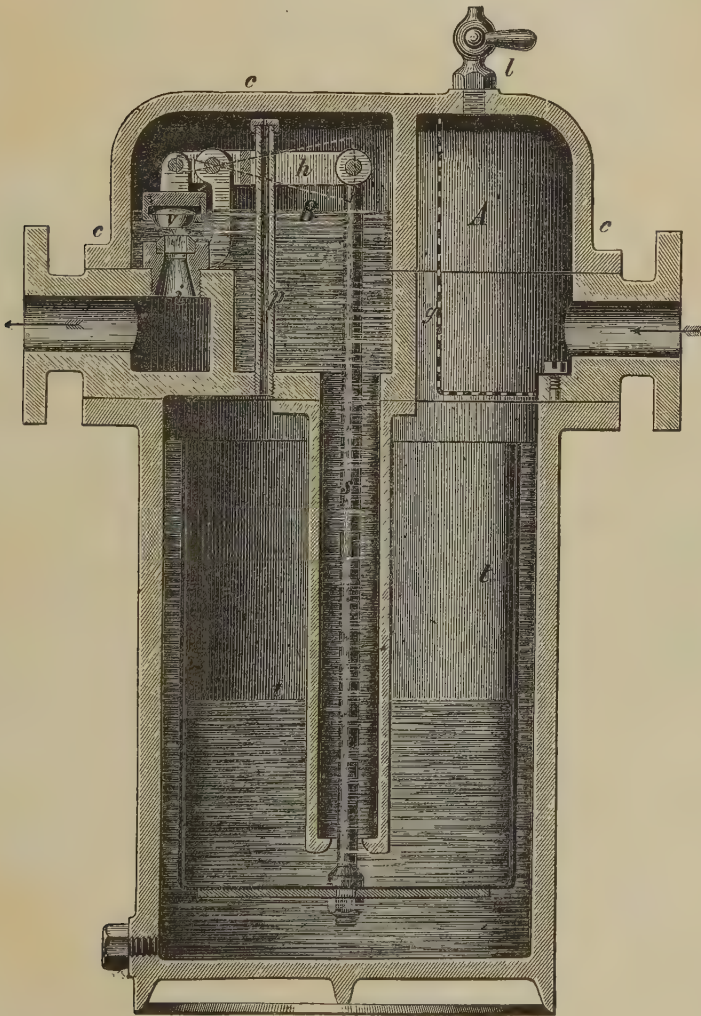


Fig. 150.

dans une petite caisse, dans laquelle se trouve un flotteur cylindrique. Ce flotteur est guidé à sa partie supérieure et porte inférieurement un bras de levier qui fait ouvrir ou fermer une petite soupape de vidange, disposée dans un emplacement spécial qui est en communication avec la caisse. Le

(*) Jahr. St. XXII, p. 103.

jeu de l'appareil est très simple. La soupape peut être facilement enlevée et nettoyée.

Une disposition très ingénieuse a été inventée par *C. G. Kallert* (*), à Sprottau-Dresden (fig. 150).

Elle offre l'avantage qu'une obstruction par la boue est rendue impossible, parce que tout le mécanisme se trouve placé au-dessus du niveau de l'eau. De plus, l'appareil peut travailler à n'importe quelle pression et enfin l'inspection se fait facilement, en enlevant la calotte supérieure *cc* (fig. 151 et 152).

L'eau condensée entre (dans le sens de la flèche) dans la chambre *A* où les impuretés qu'elle aurait pu entraîner sont arrêtées par le tamis en cuivre *g*. L'eau s'écoule par le tamis dans le cylindre en cuivre *t* ouvert à sa partie supérieure, et de là est refoulée par le tuyau intérieur dans la chambre *B*. Le

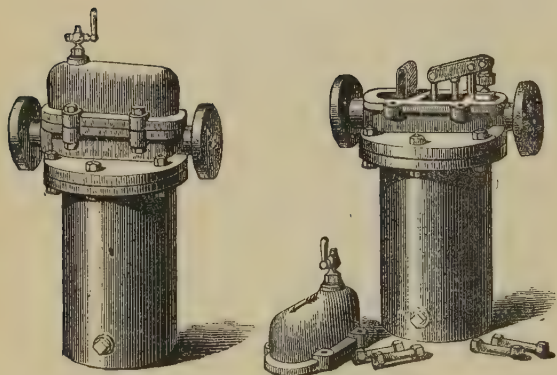


Fig. 151-152.

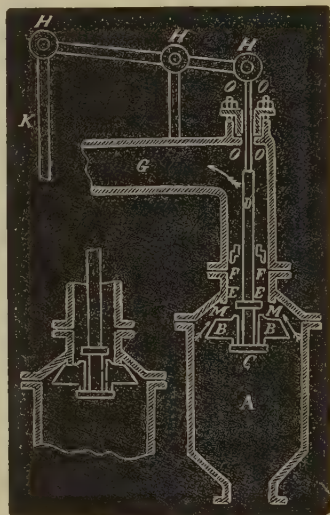


Fig. 153.

cylindre *t* est fixé à la tige *s* qui par l'intermédiaire du levier *h* ouvre la soupape de vidange *v*, aussitôt que le cylindre *t* s'est rempli d'eau et s'abaisse par suite. Le contraire a lieu, alors que l'eau s'est échappée et que le cylindre devenant plus léger remonte; la soupape *v* se ferme alors plus ou moins. Le mouvement de la soupape se règle avec une grande précision, de sorte que l'eau s'écoule d'une manière continue et non d'une manière intermittente, comme la plupart des autres appareils de ce genre.

Les faces de la soupape qui viennent en contact avec son siège sont en bronze phosphoré et peuvent être facilement enlevées et affûtées. Elles ont une forme sphérique, ce qui contribue beaucoup au bon fonctionnement de la soupape.

Ces appareils sont construits ordinairement pour une pression de 6 à 8 atmosphères. Ils peuvent l'être aussi pour des pressions plus élevées.

★ **Em. Leclercq** (**), directeur de la Sucrerie de Remicourt (Belgique), a imaginé un système de flotteur faisant soupape destiné à éviter les entraînements et pertes de jus dans les appareils d'évaporation et de cuite :

(*) N. Z. X, p. 148.

(**) S. I., 22, n° 16.

A est un réservoir cylindrique se plaçant sur les caisses d'évaporation ou de cuite dans le vide. Le tuyau G aboutit à la pompe à air et communique avec l'intérieur de la caisse en passant par A ; B est un flotteur maintenu par la tige D et équilibre par le contre-poids K faisant charnière en H, H, H.

O est une boîte à bourrage permettant à D de glisser librement de haut en bas ; F est un croisillon qui guide D.

Quand, par une trop forte ébullition, le liquide monte et arrive au flotteur B, celui-ci étant soulevé vient faire soupape en M, M' et bouche aussi la communication avec le tuyau d'aspiration.

Le vide ne se faisant plus en A, l'ébullition cesse et le liquide reprend son état normal. Pour remettre l'évaporation en marche, l'ouvrier soulève K et abaisse ainsi D jusqu'à ce que la bague E vienne faire retomber la soupape B.

Quand le jus évaporé est arrivé à la concentration voulue, on le faisait sortir jusqu'ici dans un monte-jus qui se trouve en dessous de l'appareil. Cette opération a plusieurs inconvénients. D'abord, quand la caisse se vide, des gouttelettes de jus s'attachent à la surface des tubes de chauffage, en formant parfois une croûte de plusieurs millimètres. De plus, l'interruption de l'évaporation occasionne une perte de temps, pendant que les vapeurs passent à la pompe à air, sans avoir été utilisées. Alors, quand on fait rentrer le jus dans l'appareil, le dégagement de la vapeur devient au premier moment fort violent et peut donner lieu à des pertes de jus. — Pour obvier à ces inconvénients, **Janda-Zednik** (*), *Konopist (Bohême)*, place le monte-jus non pas sous l'appareil d'évaporation, mais à côté de la dernière caisse à une hauteur telle, que sa partie inférieure se trouve au même niveau que la partie inférieure de la caisse (et peut communiquer avec celui-ci au moyen d'une soupape), alors que la partie supérieure du monte-jus communique avec la partie de la caisse qui se trouve juste au-dessus des tubes de chauffage. — On peut aussi fermer par une soupape cette communication qui est ordinairement un tube de 0^m,11 à 0^m,12 de diamètre (fig. 154).

Quand on veut remplir le monte-jus, on ouvre cette dernière soupape et le jus se précipite dans le monte-jus. On fait entrer en même temps des jus de la caisse précédente, de sorte qu'elle reste continuellement remplie. Puis, quand le monte-jus est plein, on ouvre la soupape qui ferme la communication inférieure afin de régler à volonté la densité du jus qui sort. Enfin on ferme les deux soupapes et on fait monter le jus comme à l'ordinaire par la pression de la vapeur directe. — Quand il s'agit d'arrêter tout le travail de l'usine et d'évacuer complètement l'appareil d'évaporation, on fait d'abord communiquer la dernière caisse avec le monte-jus par le tuyau supérieur ; puis on ferme la soupape correspondante. On fait entrer l'air dans la caisse et on ouvre la soupape de communication inférieure. Le jus se précipite rapidement dans le monte-jus et l'appareil d'évaporation se vide.

Une disposition semblable a été imaginée par **G. Kählig** (**) (*Prilepi*) (*Russie*) (fig. 155). Remarquons seulement que M. Kählig fait entrer le jus dans la dernière caisse par en bas et place dans la partie inférieure un tamis destiné à distribuer uniformément le jus à son entrée. Il place sur le tube de communication supérieur deux soupapes et entre elles un densimètre destiné à

(*) N. Z. X., p. 14.

(**) B. Z. VII, p. 1.

indiquer à chaque moment le poids spécifique du liquide évaporé, et qui peut être observé facilement à travers une cloche en verre. — La communication inférieure ne sert que pour l'évacuation complète de l'appareil, quand on veut arrêter tout le travail de l'usine.

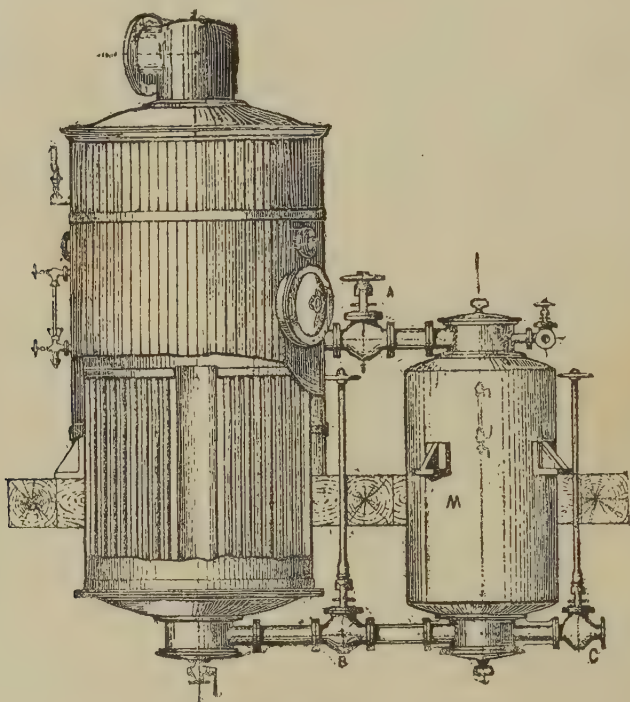


Fig. 154.

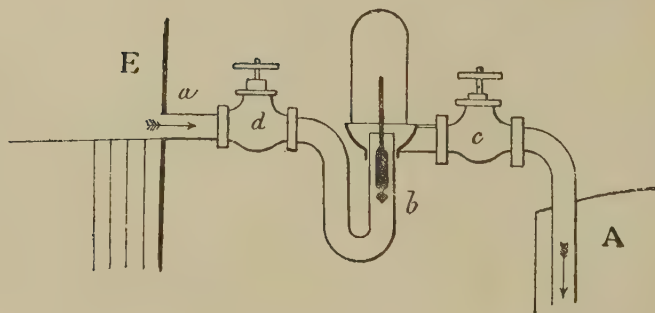


Fig. 155.

G. ANALYSES.

★ **II. Pellet** (*) publie quelques analyses reproduites ci-dessous des dépôts existant simultanément dans les trois caisses du triple effet d'une sucrerie de canne.

(*) B. A. D. C., 2, n° 1.

	Caisses		
	N° 1	N° 2	N° 3
Humidité et matières organiques.	29.80	26.70	18.60
Silice.	0.40	23.40	69.80
Peroxyde de fer et alumine.	3.80	9.98	2.80
Chaux	46.30	25.80	0.80
Magnésie	1.36	0.81	1.08
Acide phosphorique	17.10	11.70	traces
Acide sulfurique	nul	nul	traces
Cuivre.	traces	traces	traces
Non dosé et pertes	1.24	1.61	0.92

On voit nettement la marche de la silice et de l'acide phosphorique. Cette silice reste d'abord soluble. Il ne se précipite que des matières organiques unies à la chaux et du phosphate de chaux. Pas d'acide carbonique et sulfurique. Après la deuxième caisse, le phosphate de chaux a complètement disparu et il ne se dépose plus que de la silice en forte proportion.

D'après ceci, la silice reste dans le vesou, malgré l'addition de chaux et est notablement soluble dans les jus sucrés. Les sirops et masses cuites renferment encore de la silice, probablement.

Les réactifs de nettoyages devront varier suivant les caisses. Pour la première, il faut le traitement à l'acide ; pour la seconde, le traitement à la soude caustique, puis à l'acide ; pour la troisième, le traitement à la soude caustique, surtout pour éliminer la silice.

Les dépôts devraient toujours être analysés, surtout lorsqu'on emploie des phosphates, sulfates, etc., pour l'épuration des jus.

★ **Dupont** (*Francières*) (*) (*Oise, France*) a étudié la composition et la répartition des gaz dans les caisses tubulaires des triples effets.

On admet d'habitude que l'ammoniaque et les autres gaz se réunissent en matelas à la partie supérieure du faisceau.

Vivien prétend, au contraire, que le mélange de vapeur d'eau, d'air et d'ammoniaque est intense et uniforme sur toute la hauteur du faisceau.

Les essais de Dupont ont constaté la présence d'ammoniaque, d'oxygène, d'azote, quelquefois d'acide carbonique. Les eaux de condensation peuvent être aussi acides, au lieu d'être ammoniacales, ce qui serait dû à un dégagement de vapeurs nitreuses pendant l'ébullition, provenant de la décomposition des nitrates. Les gaz ne se séparent pas en zones par ordre de densité, mais sont répartis presque uniformément dans la chambre de vapeurs. Les vapeurs ammoniacales existeraient plutôt à la partie inférieure qu'à la partie supérieure.

★ **Horsin-Déon** (*) a fait, de son côté, des expériences sur la répartition des gaz. Il a constaté que les gaz sont séparés de la vapeur d'eau par la condensation de celle-ci et tombent au fond du vase, où ils forment une couche impénétrable à une nouvelle quantité de vapeur, refroidissent les espaces et les rendent inutiles. Les gaz légers, comme les gaz ammoniacaux, s'élèveraient dans le haut du faisceau tubulaire.

En tout cas, les gaz, quelle que soit leur répartition, nuisent à la bonne marche de l'appareil. Il faut donc multiplier les purges.

(*) J. d. F. S., 24, n° 37.

H. LA CUIITE EN GRAINS.

Nous citerons d'abord l'opinion de **H. Jelinek** (*). Voici, à peu près, ce qu'il dit :

L'appareil à cuire est aussi ancien que les appareils d'évaporation, mais c'est celui qu'on perfectionna le moins, malgré les immenses progrès faits dans l'industrie sucrière sur tous les autres points. L'appareil à cuire, le *Sanctissimum* des anciens cuiseurs, est resté jusqu'ici l'enfant gâté des fabricants. Dépourvu de toute couverture isolante, mais luisant d'un beau poli, il occupe dans la fabrique la place la plus apparente, tout en conservant ses anciens défauts et son ancienne forme sphérique, destinée peut-être à attirer les jeunes disciples avides d'apprendre les mystères de la sonde d'épreuve.

Les appareils construits en 1882 ne diffèrent que fort peu de ceux surveillés par les pères de nos cuiseurs actuels. La même forme sphérique condamnée par la pratique, le même espace peu élevé pour le dégagement de la vapeur, la même petite surface de chauffe réservée exclusivement aux vapeurs directes, la même capacité insuffisante pour la masse cuite, les mêmes serpentins serrés entre eux et rendant très difficile l'écoulement de masses cuites, denses et à gros grains.

Cet appareil, dans lequel 1 kilogramme de masse cuite équivaut à 10 kilogrammes de jus de l'appareil à évaporer, a le plus souvent encore une chambre de vapeur dix fois plus petite que ce dernier et un tout petit appareil de sûreté, destiné à retenir (?) le jus entraîné.

W. Greiner (Berlin) approuve ces observations et appelle de son côté l'attention sur la place peu convenable assignée ordinairement aux appareils à cuire.

D'après lui, sa place devrait être toujours au-dessus de la salle des turbines et à une position assez élevée, pour que la masse cuite puisse descendre naturellement dans le moulin. Le beau chapiteau et les autres ornements superflus devraient être supprimés dans la construction des nouveaux appareils de ce genre.

Hugo Jelinek (**) a construit des appareils à cuire qui ont également la forme d'un coffre (fig. 156).

Les parois inférieures sont fortement inclinées et se terminent en une rigole centrale, dans laquelle se meut l'hélice *S*. L'écoulement de la masse cuite se fait ainsi sans difficulté.

La chambre de chauffage est divisée par une cloison horizontale *PQ* en deux parties, qui peuvent être chauffées indépendamment l'une de l'autre, soit avec de la vapeur directe, soit avec de la vapeur de retour. Chacune de ces deux parties est divisée de nouveau par une cloison en deux parties inégales qui communiquent entre elles à la partie postérieure de l'appareil, de manière que la vapeur, avant de sortir, fasse deux fois le tour de l'appareil.

Les tubes ont la même forme et disposition comme dans les appareils d'évaporation horizontaux construits par Jelinek (voir le titre B de ce chapitre). Les autres détails de l'appareil n'ont pas besoin d'explication.

(*) D. Z. I. VIII, n° 12.

(**) N. Z. XI, p. 64.

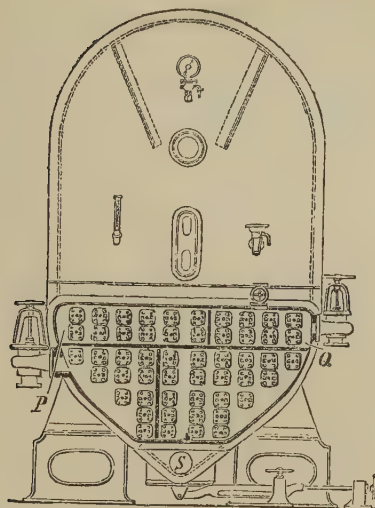


Fig. 156.

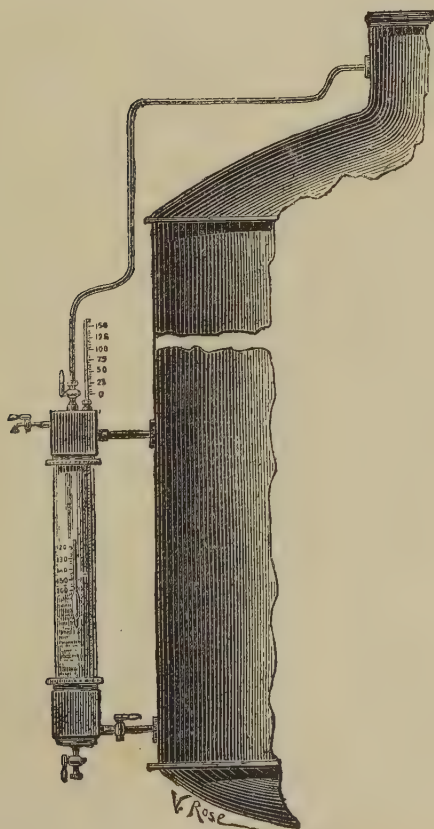


Fig. 157.

E. Mik et Geb. Ringhoffer (*) ont construit un appareil de cuite, dont l'appareil de chauffage se compose d'un certain nombre de cadres en fer recouverts de plaques en cuivre placées verticalement. Des nervures intérieures servent, d'un côté, à augmenter la résistance des plaques en cuivre et, de l'autre côté, à forcer la vapeur à séjourner plus de temps dans l'appareil. Ces nervures étant inclinées, l'eau de condensation peut s'écouler librement, sans entraver l'action de la vapeur. Les plaques sont en nombre indéterminé, et disposées de telle façon qu'on peut faire passer au besoin de la vapeur de retour par un certain nombre d'entre eux, et de la vapeur directe par les autres. Une disposition particulière permet de retirer facilement les plaques qui seraient devenues défectueuses et qui ont besoin d'une réparation. La forme de l'appareil est empruntée à celui de Wellner-Jelinek (avec l'assentiment de ces constructeurs) et ressemble aussi à un coffre. Le fond est en dos de mulet pour faciliter l'écoulement de la masse cuite.

Les surfaces polies des plaques favorisent mieux encore cet écoulement que les serpentins des anciens appareils, et permettent en même temps d'augmenter considérablement la surface de chauffe des appareils de cuite.

Mentionnons encore l'appareil à cuire de **A. Kux** (**) (*Berlin*), dont nous avons déjà dit quelques mots précédemment. (Titre F de ce chapitre.)

★ **J. Delavierre** (***), *directeur de la Sucrerie centrale de Souppes (Seine-et-Marne, France)*, a imaginé un régulateur-éprouvette pour la cuite des arrièreprouduits dans le vide ou à l'air libre, qui permet de constater à volonté la densité du sirop en ébullition dans l'appareil et, par suite, d'arrêter l'opération juste au point voulu. Le système se compose d'une éprouvette en cristal en communication avec l'appareil et dans laquelle flotte un aréomètre portant les degrés Baumé et densimétriques. Des robinets permettent de faire arriver le sirop en cuisson dans cette éprouvette et de le faire rentrer dans l'appareil aussitôt l'essai terminé. Cet essai ne demande que quelques minutes. Un thermomètre placé dans l'éprouvette indique la température.

D'après l'inventeur, il suffirait, avec le *régulateur-éprouvette*, que l'ouvrier maintienne son vide dans les limites données et constate de temps en temps la densité du sirop. Arrivé au point voulu, il arrête la cuite avec une grande précision.

La cuisson difficile.

★ **D^r Degener** (†) conseille le traitement suivant lorsque se présentent des sirops de betteraves ou d'égouts dont la cuisson est difficile : Addition au sirop de 3 à 4 % de chaux calculée sur le sucre, ébullition, filtration, saturation, filtration. Les sirops traités redevenaient normaux. Il y avait production d'écumes très colorées. Le moyen indiqué n'est pas universel, mais il ne peut jamais nuire. L'addition d'acide souvent recommandée réussit moins bien en général.

(*) B. Z. VIII, p. 1.

(**) N. Z. XI, p. 90.

(***) J. d. F. S., 24, n° 47.

(†) S. I., 22, n° 21.

★ **Dr E. O. Von Lippmann** (*) rappelle que le moyen indiqué par Degener est employé depuis de longues années en Autriche. (C'est aussi le traitement connu en Belgique et en France sous le nom d'ébullition calcique, et dont beaucoup de fabricants, bien à tort, ne sont pas partisans. La dépense en vapeur est, il est vrai, assez forte. A.L.D.) Von Lippmann indique le traitement suivant employé en Autriche : Chauffage du jus vert de façon à coaguler l'albumine et à la séparer ; ensuite addition de 3 % de chaux et ébullition énergique prolongée de 15 à 20 minutes ; finalement première saturation. Les substances qui donnent lieu à des difficultés à la saturation et à la cuisson paraissent être des gommés et des matières albuminoïdes. Les premières ou leurs combinaisons avec la chaux produisent surtout l'évaporation et la cuite difficile ou l'inertie des sirops. Les secondes provoquent surtout les mousses. Ces substances se présentent surtout dans les betteraves encore vertes ou altérées. L'ébullition prolongée en présence de chaux les détruit ou les décompose.

★ **Ebert et Nagel jeune** (*) rapportent qu'il arrive souvent que l'alcalinité se détruit complètement pendant l'évaporation, si haut qu'on la maintienne à la saturation. Les premiers jets ne s'en ressentent pas, mais il en est autrement pour les arrière-produits.

Lorsque les jus renferment de l'asparagine, il se forme pendant le travail de l'aspartate de potasse. L'ammoniaque mise en liberté s'échappe pendant la concentration. De là la perte en partie. Sous l'influence des alcalis, il y a production aussi de sels organiques de chaux qui rendent la cuisson difficile.

Le remède, lorsque l'alcalinité se détruit dans ce dernier cas, consiste à ajouter du carbonate de soude aux deuxièmes jets. Il se produit des sels organiques de soude non nuisibles à la cuisson et du carbonate de chaux qui se dépose.

D^r Drenckmann (**) attribue les cuissons difficiles à la présence de l'arabine.

D^r Bodenbender (***) doute qu'une ébullition prolongée des jus avec la chaux puisse empêcher les cuissons difficiles observées fréquemment l'année dernière. Il paraît démontré, au contraire, que cette difficulté de la cuisson est due à des sels de chaux basiques, qui se décomposent pendant la cuite en sels neutres ou acides et en chaux. Celle-ci se dépose sur les serpentins qui deviennent alors mauvais conducteurs de la chaleur. Il est à remarquer que ces faits ont été observés surtout dans les années dont l'été et l'automne ont été secs. Les betteraves produites étaient alors fort pauvres en sels alcalins, et contenaient après la défécation des sels organiques de chaux, qui peuvent se décomposer par la chaleur, alors que les sels alcalins n'ont pas cette propriété. En 1874, on a réussi à décomposer ces combinaisons calciques par une forte saturation à l'acide carbonique. Si ce moyen ne réussit pas, il faut avoir recours à l'emploi d'acides plus forts, tels que l'acide phosphorique, ou d'alcalis, tels que le carbonate de soude ou l'ammoniaque. — L'emploi de l'acide phosphorique n'est pas sans danger, car il peut mettre en liberté des acides organiques qui, à leur tour, peuvent intervertir le sucre.

(*) S. I., 22, n° 22.

(**) Z., 33, p. 79.

(***) D. Z. I. VIII, n° 51.

Le carbonate de soude transforme des sels organiques de chaux, tels que ses combinaisons avec la glutamine et l'arabine, en sels correspondants de chaux, et a été employé déjà pour l'éluion par le **Dr Pauly** et par **Manoury**. — La soude agit très bien, mais elle a l'inconvénient d'empêcher la cristallisation d'une partie de sucre.

L'emploi de l'ammoniaque est beaucoup plus rationnel. L'ammoniaque agit déjà pendant la saturation, dont elle facilite l'action comme intermédiaire entre la chaux et l'acide carbonique ; mais son effet devient encore plus grand quand le jus n'a presque plus d'alcalinité, puisqu'il décompose alors les sels basiques et une partie des sels neutres de la chaux. L'introduction de l'ammoniaque dans les jus, en même temps que celle de l'acide carbonique, a donné de très bons résultats. De plus, l'ammoniaque augmente la faculté du noir animal d'absorber des sels de chaux, surtout dans les sels concentrés, à condition, bien entendu, qu'on emploiera une quantité suffisante de noir.

Pour terminer, nous rappelons un phénomène singulier observé l'année dernière dans quelques fabriques. C'est que les jus qui étaient alcalins avant l'évaporation étaient devenus neutres ou même acides après l'évaporation, et puis, après leur passage sur le noir animal, étaient redevenus alcalins. Ce phénomène est dû aux sels ammoniacaux, qui dégagent de l'ammoniaque pendant l'évaporation, tout en se transformant en sels neutres ou acides. En passant par le noir, les jus absorbent de nouveau l'ammoniaque qui s'y trouve, et redeviennent par suite alcalins.

J*** attribue la cuisson difficile à certaines substances organiques qui se développent pendant les étés très secs, et auxquelles il faut ajouter une partie de cellulose qui passe dans les jus. Il se produit ainsi une fermentation lactique, d'où du sucre interverti. J*** conseille de remédier à cela dès l'extraction du jus, en versant dans chaque diffuseur 15 à 20 grammes d'acide phénique ou d'acide salicylique. Si cela n'aide pas, on peut améliorer la qualité des jus concentrés, en y dissolvant du sucre des arrière-produits. Les dépôts de chaux ne sont pas la cause de la cuisson difficile, mais seulement une conséquence de l'arrêt du travail, la chaux s'y déposant en suite de l'inversion (? F. S.). La cuisson de ces jus marche fort bien au commencement, et ne devient difficile qu'au moment où on prend l'épreuve au filet; les jus se colorent à partir de ce moment au brun foncé.

K. Hulla (**) a publié un long article, dans lequel il essaie de prouver par voie mathématique (!!) et à grand renfort de formules :

a) Que le rendement des masses cuites dépend de leur pureté (résultat aussi inattendu que nouveau !!);

b) Qu'il n'y a aucun avantage de lâcher des cuites serrées (découverte vraiment originale, mais absolument inadmissible).

Pour donner à nos lecteurs un exemple de la légèreté avec laquelle on imprime parfois, sans observation aucune, des théories impossibles, nous reproduisons la dernière partie du travail de M. Hulla, en simplifiant seulement un peu ses raisonnements nuageux et compliqués.

(*) D. Z. I. IX, n° 1.

(**) B. Z. VII, p. 159, et Z. 33, p. 300.

Ainsi nous admettons qu'on ait obtenu 11 % de masse cuite (du poids des betteraves) de la composition suivante :

Matière sèche	94,5
Eau.	5,5
Total.	100,0

et que l'on continuera à serrer la cuite, de manière à arriver à la composition :

Matière sèche	95,5
Eau.	4,5
Total.	100,0

On obtiendra alors, au lieu de 11 p. c. :

$$10 \times \frac{94,5}{95,5} = 10,8848 \text{ de masse cuite } (*).$$

Hulla admet que dans les deux cas le quotient de pureté de la masse cuite soit égal à 89, celui du sucre produit égal à 96,94, et celui du sirop resté après le turbinage égal à 71 (?).

On en déduit alors facilement le rendement de la masse cuite (*) en sucre brut :

Dans le premier cas :

$$\frac{89-71}{96,94-71} \times \frac{100}{98} \times 94,5 = 66,92 \%$$

$$\text{ou } \frac{11,0 \times 66,92}{100} = 7,3604 \% \text{ du poids de betteraves } (**).$$

Et dans le deuxième cas :

$$\frac{89-71}{96,94-71} \times \frac{100}{98} \times 95,5 = 67,62 \%$$

$$\text{ou } \frac{10,8848 \times 67,62}{100} = 7,3603 \% \text{ du poids des betteraves.}$$

Hulla lui-même paraît fort étonné de ce résultat, et s'écrie :

« Voilà un résultat que bien peu de personnes auraient pressenti, car généralement on disait jusqu'ici : « Il faut serrer autant que possible ! »

Inutile d'ajouter que tous ces raisonnements sont débités d'un ton magistral qui fait supposer que tous les autres fabricants de sucre, à l'exception de M. Hulla, sont des ignorants.

Et cependant le raisonnement de Hulla est absolument faux, car personne n'a le pouvoir, en connaissant seulement le quotient de pureté d'une masse

(*) Nous avons simplifié partout les formules beaucoup trop compliquées de Hulla, mais de manière à arriver au même résultat.

(**) Il y a ici une petite erreur de calcul : il faudrait lire 7,3612.

cuite, d'en déduire d'avance les quotients de pureté du sucre et des sirops à obtenir.

Si des prédictions de ce genre étaient admises, nous nous engagerions à prouver, par les mêmes formules, que non seulement le serrage des cuites, mais que la cuite elle-même est une opération parfaitement inutile, et que les jus les plus faibles donneront sans aucune concentration le même rendement au turbinage que les cuites fortement serrées.

F. S.

CHAPITRE V

LE TRAVAIL DE LA MASSE CUITE

A. MODIFICATION DU TRAVAIL ORDINAIRE.

Appareils pour refroidir la masse cuite.

En sortant des appareils à cuire, la masse cuite arrive généralement dans de grands réservoirs plats en tôle, où, restant au moins 8 heures pour se refroidir, elle devient dure et ne peut être retirée des réservoirs qu'avec beaucoup de peine. Puis quand on la passe au moulin, il faut ajouter du sirop pour faciliter le turbinage. Enfin l'action du moulin détruit aussi une partie des cristaux.

Pour obvier à ces inconvénients, **Bocquin** et **Lipezynski** (*) ont construit, il y a quelque temps, un appareil destiné à refroidir les masses cuites immédiatement après leur sortie de l'appareil à cuire.

Un appareil identique a été breveté dernièrement pour **Märky**, **Bromovsky** et **Schulz** (**), à Prague (fig. 158).

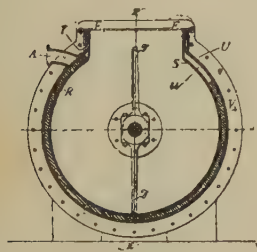


Fig. 158.

La masse cuite passe dans un cylindre horizontal ouvert à sa partie supérieure en E E, et à parois doubles R S et T U, dans l'intervalle desquelles circule un courant d'eau froide. Des chicanes qui se trouvent disposées en différents endroits de cet intervalle divisent cet espace annulaire en plusieurs compartiments qui communiquent par des trop-pleins disposés alternativement à gauche et à droite de l'axe X X. L'eau est ainsi obligée de circuler plus longtemps autour de l'appareil avant de pouvoir s'écouler par A.

Un axe horizontal est placé dans toute la longueur du cylindre et porte des bras D D disposés en hélice et destinés à amener la masse cuite en contact intime avec la paroi intérieure du cylindre et à la faire traverser lentement tout le cylindre.

L'écoulement de la masse cuite est réglé par un registre mis en mouvement au moyen d'une manivelle et d'une crémaillère. Il va sans dire que la

(*) J. d. F. S., 23, n° 12.

(**) N. Z. X, p. 134.

masse cuite et l'eau se meuvent en sens inverse et que l'introduction de l'eau peut être réglée par un robinet.

Traitement de la masse cuite dans les formes.

L'extraction du sucre de la masse cuite se fait aujourd'hui partout au moyen de turbines. Cependant **W. Fischer** (*) (à Gr. Osterhausen) pense qu'il serait plus avantageux de chasser le sirop contenu dans la masse cuite au moyen de l'air comprimé (fig. 159 à 161). La figure 159 représente la forme à une échelle très petite. Les figures 160 et 161 sont les détails des parties supérieure et inférieure de cette forme à une échelle plus grande.

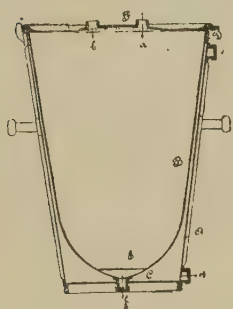


Fig. 159.

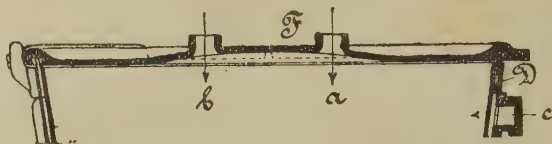


Fig. 160.

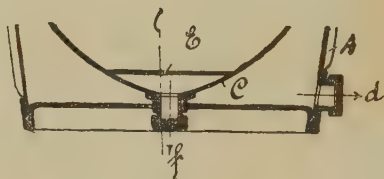


Fig. 161.

L'opération se fait dans une caisse en tôle *A* à l'intérieur de laquelle se trouve une deuxième caisse *B*, qui est conique à sa partie inférieure (*C*). La caisse est fermée à sa partie supérieure par un couvercle *F* qui présente une ouverture *a*, par laquelle arrive l'air comprimé. Une autre ouverture *b* sert à l'introduction de la clairce ou de l'acide sulfureux, en cas qu'il s'agisse de produire du sucre blanc. Le sirop peut s'écouler en *f* après avoir passé par un fin tamis *E* qui sert à retenir les cristaux. La caisse *B* est ou bien rivée invariablement à la caisse *A* par l'anneau *D*, ou bien elle est fixée à cette caisse, de manière à pouvoir être démontée. De la vapeur ou de l'eau chaude entre par le tuyau *C* dans l'intervalle des deux caisses pour maintenir dans la caisse *B* la chaleur favorable à l'écoulement du sirop.

Turbines à action continue.

Plusieurs inventeurs ont cherché à rendre continu le travail des turbines, qui a été généralement intermittent jusqu'ici. (Nous donnons ci-après la description de ces appareils, quoique nous ne pensions pas qu'ils soient tous pratiques pour le travail des masses cuites. F. S.)

(*) N. Z. X, p. 146.

Schüchtermann et Kremer (*) (à *Dortmund*) ont inventé une disposition de ce genre qui peut s'appliquer aussi pour sécher des substances quelconques (fig. 162).

La substance qu'il s'agit de turbiner est introduite par un entonnoir *a* et tombe le long du cône *b* sur la table *c*, qui peut faire de 300 à 400 tours par minute. La masse est lancée sur la tôle perforée *d*, qui est inclinée vers la table *c* (sous un angle de 60° environ) et par laquelle le liquide peut s'écouler dans la rigole *e*. La matière sèche monte le long de la tôle perforée *d*, puis retombe le long de la paroi en tôle *f* sur la table annulaire *g*, qui peut tourner également, et de là est enlevée par un bras nettoyeur *h*.

Une autre disposition est celle de **E. Osterhaus** (**) (à *Lünebourg*) (fig. 163).

La masse arrive sur le plateau *D* et tombe de là dans l'intervalle formé entre le double cône en tôle *CE* et les deux cônes en tôle perforée *AB*, dont le pre-

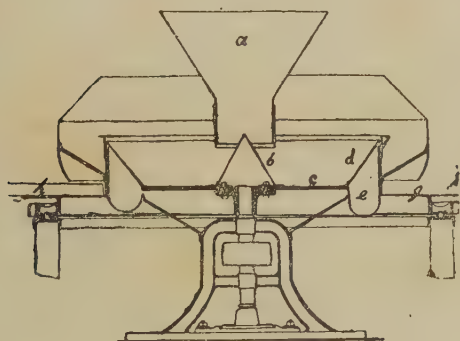


Fig. 162.

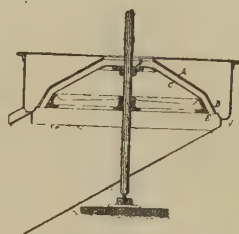


Fig. 163.

mier *A* est animé d'un mouvement de rotation et fermé à sa partie supérieure par le plateau *D*. Le cône *A* a une faible inclinaison sous l'horizontale, de sorte que la masse tombe immédiatement vers le cône *B* dont la direction se rapproche plus de la verticale et ne permet pas un déplacement de la masse par suite de la force centrifuge. C'est donc d'abord l'intervalle *BE* qui va se remplir de la masse ; puis celle-ci va monter dans l'intervalle *AC*, et enfin, quand la pression est devenue suffisante pour vaincre les résistances développées par le frottement, la masse qui a perdu le liquide adhérent par le tamis *AB* se déversera dans la turbine.

Une troisième disposition est celle du baron **C. von Bechtolsheim** (***) (à *Munich*) (fig. 164 et 166).

La figure 164 représente cette turbine à une très petite échelle.

(*) N. Z. X, p. 180.

(**) N. Z. XI, p. 137.

(***) N. Z. XI, p. 136.

Les figures 165 et 166 sont des détails des parties supérieures et inférieures de cette turbine à une plus grande échelle.

L'axe vertical *AB*, qui est animé d'un mouvement rapide de rotation au moyen d'une courroie et d'une poulie placée à sa partie inférieure, porte un cadre *a*. Son tourillon supérieur comporte un entonnoir qui est soudé à l'anneau fixe *b* et qui, par suite, ne peut tourner. Le tourillon inférieur *B* est également perforé et traversé par une goupille qui porte une petite tête *c*. La hauteur de cette goupille est réglée par une vis sur laquelle elle repose ; une clef que l'on passe dans une ouverture du bâti empêche la rotation de la goupille. Le cadre *a* comprend la partie principale de l'appareil : le tambour à tamis *d*, qui tourne rapidement autour de l'axe *AB* et en même temps plus lentement autour de l'axe *CD*.

A cet effet, le tambour *d* est monté sur le double cône *ee* en tôle et dont le bord peut rouler sur la tête *c* de la goupille, qui porte ainsi tout le poids du

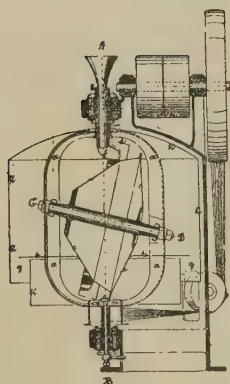


Fig. 164.

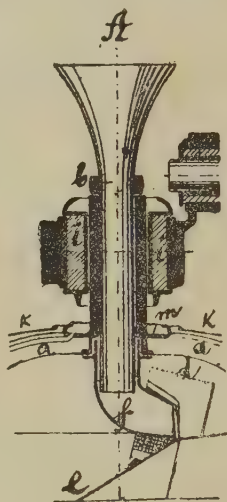


Fig. 165.

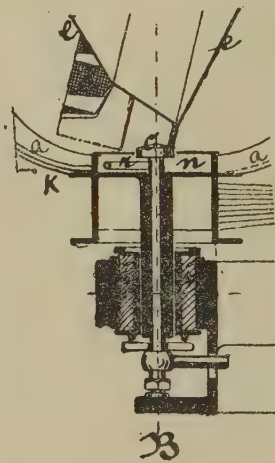


Fig. 166.

cadre. Le tambour *d* est divisé à l'intérieur par des cloisons en autant de compartiments. La substance qu'il s'agit de débarrasser d'un liquide tombe par l'entonnoir *A* et par le petit coude *f* (qui tourne avec l'axe) dans les compartiments supérieurs du tambour *d*. Par suite de la rotation du tambour autour de *CD*, le liquide lancé par la force centrifuge traverse le tamis et se rassemble dans l'espace *KK*. De là il s'écoule par le canal *g* et un tuyau d'écoulement placé en dessous de ce canal.

La substance devenue sèche arrive peu à peu dans la partie inférieure du tambour et y est entraînée par suite de la force centrifuge vers la partie plus étroite des compartiments, puis elle quitte le tambour par un tuyau qui y aboutit tangentiellement.

Le cadre *a* porte un disque *h* qui est destiné à empêcher que des gouttelettes d'eau lancées des compartiments supérieurs puissent de nouveau rendre humide la substance sèche qui se trouve à la partie inférieure du tambour.

Le disque *h* est découpé en son milieu et est animé aussi d'un mouvement de rotation, de manière que le tambour à tamis *d* et le double cône *ee* peuvent tourner autour de l'axe *CD* sans le toucher. Les coussinets ne sont pas tout à fait immobiles. Ils sont entourés d'anneaux en caoutchouc *i*, de manière à être susceptibles d'un petit mouvement dans tous les sens. La marche de la turbine est, par suite, plus régulière que dans d'autres systèmes où il se produit toujours de petites secousses, parce qu'il est impossible de faire coïncider mathématiquement le centre de gravité avec l'axe des tourillons. Le palier supérieur seul est graissé. L'huile tombe de son bord inférieur dans le plateau *m* qui se trouve à la partie supérieure du cadre *a*. De là un petit tuyau amène l'huile dans un plateau *n* fermé par un couvercle et situé au-dessus des tourillons inférieurs. L'huile entre ensuite dans la tête fixe de la goupille qui est perforée verticalement, et de là passe pour graisser cette goupille et le palier inférieur.

★ **W. Strohbach** (*) (*Köthen*) a inventé une turbine à travail continu, dont voici la description (fig. 167-169) :

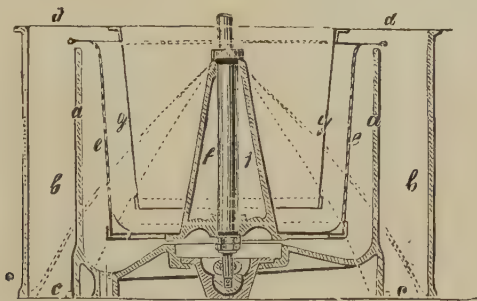


Fig. 167.

A la partie extérieure du manteau *a* se trouvent deux canaux symétriques *bb* qui recouvrent entièrement la partie supérieure de *a* et qui, au bas, se rétrécissent et se terminent à la ligne *hh*. Il résulte de là un canal annulaire qui reçoit les corps solides débordant de la turbine et qui passent par les ouvertures *cc* à partir de *hh*.

Les canaux b sont recouverts d'un plateau circulaire d fixé sur l'enveloppe de l'appareil. La distance verticale du rebord de d au bord supérieur de c varie suivant la matière à turbiner. Le tambour e placé sur le cône f surplombe le bord supérieur de a par un bord recourbé.

A D est fixé le manteau g conique et concentrique à e . Entre le bord inférieur de g et le fond de la turbine, il existe un espace convenable.

De cette façon, la matière monte lentement le long de la paroi, et la séparation liquide et solide se fait parfaitement. La marche des produits est la suivante pendant la rotation du tambour : Le liquide est chassé à travers les trous du tambour dans l'espace intérieur de *a*, d'où il peut s'écouler ; le solide monte lentement, est lancé entre le plateau *d* et le bord recourbé de *e* dans les canaux *bb* et sort par *cc*.

(*) J. d. F. S., 24, n° 8, S. I., 23, n° 9, et B. Z. VIII, p. 22.

Les avantages de cette turbine seraient les suivants : Introduction continue de la matière, d'où charge toujours égale et travail régulier.

La manœuvre du chargement et de la vidange est complètement supprimée, la masse cuite coulant du moulin dans la turbine et le sucre tombant directe-

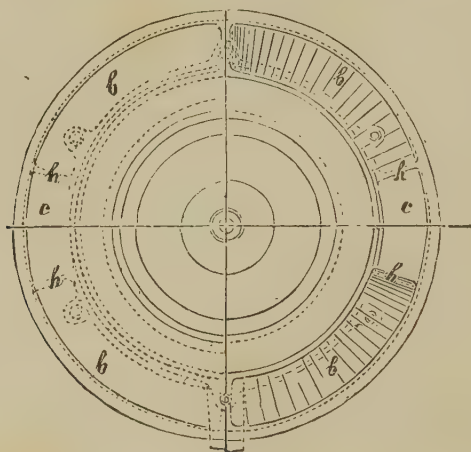


Fig. 168.

ment dans les sacs; plusieurs turbines peuvent être réunies en batteries, les produits de l'une tombant dans l'autre.

On applique cette turbine en sucrerie sur les masses cuites et les cossettes épuisées. Le concessionnaire est le *Dr. G. Krause, à Coethen (Allemagne)*.

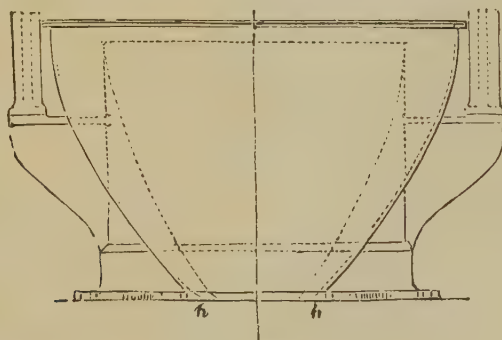


Fig. 169.

Cette turbine peut être employée également à dessécher les cossettes de diffusion.

★ Les turbines **Hepworth** (*) avec transporteur et élévateur de sucre turbiné sont fort employées aux colonies. Dans ces centrifuges, le sucre

(*) J. d. F. S., 24, n° 43.

turbiné sort à la partie inférieure du tambour par des ouvertures qui s'ouvrent automatiquement lorsqu'on serre le frein pour arrêter le mouvement de rotation. Le sucre tombe sur une courroie sans fin qui le transporte au pied d'un élévateur à godets au moyen duquel on le met en sacs ou sur le plancher du magasin à sucre. L'alimentation des turbines s'effectue par une gouttière fixée sous la cuve du malaxeur et à l'aide d'un registre manœuvré à la main laissant couler la matière à turbiner.

B. ACCIDENTS ARRIVÉS PAR LES TURBINES.

Tout le monde sait que le maniement des turbines peut offrir des dangers pour les ouvriers, soit par suite d'une explosion de la turbine même, soit par négligence des ouvriers. Mais ces accidents ne sont nullement aussi fréquents qu'on le croit parfois.

Il y a quelques années (*), on a fait en Allemagne une statistique des accidents de ce genre ; elle a porté sur 285 fabriques de sucre. Ces fabriques avaient ensemble 2,440 turbines, qui ont été employées en moyenne pendant 9 à 10 campagnes.

En comptant comme unité le travail d'une turbine par campagne, on arrive à un chiffre de 22,702 campagnes. Sur ces 22,702 unités, il est arrivé 47 accidents par suite de la négligence des ouvriers, dont :

- 13 ont occasionné la mort d'un homme ;
- 10 — des blessures graves ;
- 24 — des blessures plus légères (aux bras).

En dehors de cela, 41 turbines ont fait explosion : ✓

Dans 16 cas, il n'y a pas eu de blessure d'hommes, mais dans les 25 autres cas, il y a eu :

10 hommes tués et 16 hommes blessés.

Il en résulte qu'il arrive en moyenne à peine 4 accidents par an sur 1,000 turbines en marche, dont 2 par suite de la négligence des ouvriers et moins de 2 par suite de l'explosion de la turbine.

Parmi ces 4 accidents, il y en a eu un en moyenne qui a causé la mort d'un homme.

A. Leupold (**) (*Dresden*) s'est fait breveter pour une disposition qui a pour but d'empêcher l'explosion des turbines, en contrôlant l'extension permanente du tambour. (Cette turbine est représentée à une très petite échelle dans la figure 171, et une partie dans la figure 172, sur une plus grande échelle.)

Leupold a entouré le tambour d'un ou de plusieurs anneaux *b* qui en sont distants de quelques millimètres seulement, et qui reposent sur plusieurs bras *c* rivés au tambour, de manière qu'on peut tourner facilement à la main les anneaux *b*.

Pour contrôler la turbine, on retire le tambour et l'on observe si les anneaux *b* ont encore du jeu, de manière à pouvoir tourner facilement ; si cela n'a plus

(*) Sup. S.

(**) N. Z. XI, p. 129.

lieu, on doit en conclure que le tambour a pris une extension permanente, et il doit être remplacé immédiatement. On peut aussi interposer entre les anneaux et le tambour une mince couche en plomb qui sortira par en haut et par en bas, quand l'extension du tambour est devenue permanente. Cette extension a surtout lieu dans les vieilles turbines dont les tambours se sont amincis par l'usage et le nettoyage fréquent (qui se pratique même souvent avec du sable). Cette extension n'a pas été observée dans les turbines neuves. Si, malgré toutes ces précautions, l'explosion a néanmoins lieu, son effet sera amorti par la résistance de ces mêmes anneaux *bb*.

C. PRODUCTION DE SUCRE BLANC DANS LES TURBINES.

On s'est occupé depuis longtemps de la question de trouver une méthode facile et économique pour produire directement par le turbinage de la masse cuite du sucre blanc propre à la consommation.

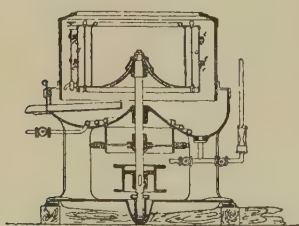


Fig. 170.



Fig. 171.

Déjà en 1853, une disposition de ce genre fut introduite par **Hermann Priew** (*) dans la sucrerie de Mnischew (Pologne). La masse cuite, après avoir passé par un malaxeur, était introduite dans une turbine munie d'un couvercle, où elle se débarrassait du sirop par un jet de vapeur. Ce procédé a été perfectionné depuis par **H. Priew**. Voici la description de la dernière méthode (fig. 172). Les figures 173 et 174 représentent des détails du système sur une plus grande échelle.

Le clairçage se fait à la vapeur et à la claire liquide.

La vapeur entre par le tuyau *f* dans une cloche *aa*, qui contient un tamis *dd*.

En passant à travers ce tamis, elle abandonne l'eau qu'elle contient. Celle-ci se rassemble dans la partie inférieure *e* de la cloche *aa* (fig. 173), d'où elle peut s'écouler par un petit robinet. La vapeur desséchée entre ensuite par l'entonnoir *cc* dans le cône *gg*, ouvert le long d'un de ses côtés *b*, qui est tourné vers le tambour de la turbine. Le cône *gg* est tapissé intérieurement d'une forte couche de feutre et contient au fond une éponge.

Ces deux dispositions ont pour but d'enlever à la vapeur l'eau de condensa-

(*) Z., 22, p. 515.

tion qui aurait pu s'y former. La vapeur est donc desséchée complètement avant d'arriver sur la masse cuite.

Le tuyau *ii* sert pour l'introduction d'une solution sursaturée de clairce injectée dans la turbine au moyen d'une petite pompe. (La partie intérieure du tuyau *i* est recourbée, pour qu'on puisse l'enlever au besoin avec le couvercle.) La partie *h* de ce tuyau, qui est tourné vers le tambour de la turbine, présente un très grand nombre d'ouvertures (fig. 174), par lesquelles la clairce sort en chassant le sirop de la masse cuite.

La vapeur ne sert qu'à faciliter par un réchauffage l'action de la clairce et à la compléter.

Beaucoup d'autres procédés ont été recommandés. **E. Evans** (à *Boston, Etats-Unis*) avait déjà proposé en 1867 l'application d'un mélange de vapeur et d'air atmosphérique, appelé brouillard. Son système a été modifié depuis

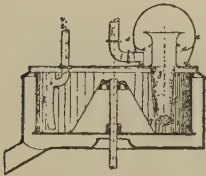


Fig. 172.



Fig. 174.

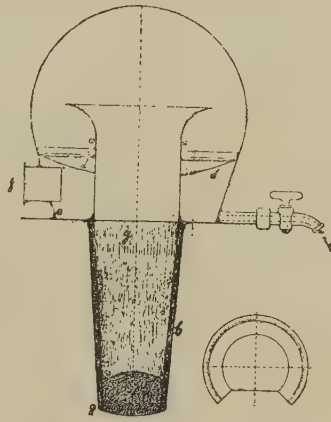


Fig. 173.

par Weinrich, Rudolphe et C^o, Körting, Selwig et Lange, etc. D'autres modifications dans le mode du turbinage ont été proposées par Bögel, Fesca, Weinrich, Delori et Capitaine.

Nous ne décrivons pas ces procédés, qui sont certainement connus de la plupart de nos lecteurs, et nous passons aux inventions plus récentes faites pendant l'année écoulée.

Quand une turbine est mise en mouvement, la masse cuite qui s'y trouve vient se placer, par suite de la force centrifuge, dans une position parallèle à l'axe de la turbine. Si l'on veut alors claircer cette masse au moyen de gaz, de vapeur ou de liquides sucrés, il faut que ceux-ci agissent d'une manière uniforme sur toute la surface de la masse.

A cet effet, **W. Orlop** (*) (*Berlin*) a disposé au milieu de la turbine une spirale perméable *s* qui, aussitôt que la turbine est mise en rotation, se déroule

(*) N. Z. XI, p. 209.

et se presse ainsi contre la masse cuite *d* (fig. 175 en coupe et fig. 176 en plan). Ces gaz, vapeurs ou liquides qu'on a introduits pour le clairçage sont alors répartis uniformément sur toute la surface de la masse cuite. Aussitôt que la turbine s'arrête, la spirale s'enroule de nouveau au centre et peut être enlevée au besoin : *a* est le tambour de la turbine qui est couverte du tamis *b* et de la tôle perforée *c*.

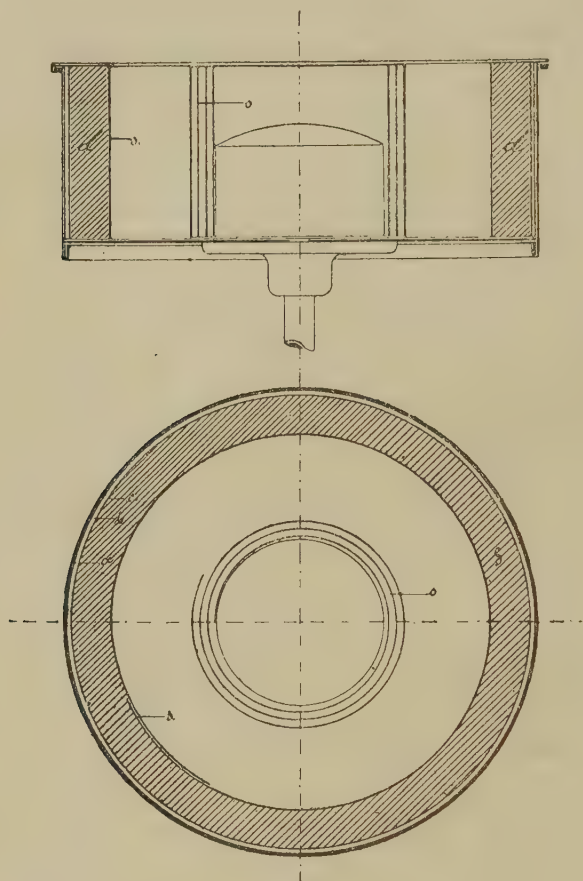


Fig. 175-176.

Une turbine d'une autre construction a été inventée par **W. C. J. Ort-mans** (*) (à Bruxelles). On y peut, en une seule opération, turbiner, blanchir, dessécher et bleuir la masse cuite, de manière à produire du beau sucre blanc (fig. 177).

Le tambour de la turbine se compose d'un arbre vertical qui porte une crapaudine et un collier, tous les deux à graissage automatique. La transmission du mouvement se fait à la partie inférieure de la turbine. Ce collier

(*) N. Z. XI, p. 16.

est entouré d'un cône *e*, dans lequel la vapeur mêlée à de l'air arrive d'un réservoir annulaire *j* qui présente à sa partie inférieure *k* des ouvertures pour l'écoulement des eaux de condensation.

De là la vapeur passe par les ouvertures *ff* dans le tambour, de manière à agir uniformément sur la masse cuite. Quand on veut produire du beau sucre blanc, on introduit encore un cylindre perforé dans le tambour qui sert à maintenir le sucre dans l'intervalle des deux cylindres; puis on injecte une solution de clairce colorée avec de l'outremer. Enfin on dessèche au moyen de l'air sec. La turbine est fermée par un couvercle pendant toute l'opération.

On avait imaginé déjà précédemment de couler la masse cuite en segments et d'introduire ces segments, qui devaient s'adapter exactement à la circonférence de la turbine. **R. Tschepke** (*) (*Golzow*) a inventé une disposition pour couler en une fois les (5 ou 6) segments nécessaires pour une turbine (fig. 178).

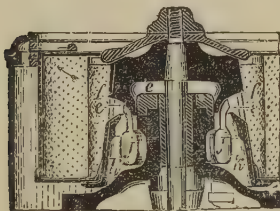


Fig. 177.

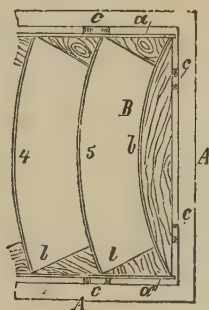


Fig. 178.

Cette disposition consiste en une caisse *A* dans laquelle on a placé des formes en segments, qui sont maintenues au moyen des pièces latérales *a a'*, de la tête *b* et des tôles 1, 2, 3, 4, 5 ainsi que des coins en bois *c c*.

Les pièces latérales *a a* se composent d'une tôle *b* et de lisières en bois.

La tête *b* est en bois et munie d'un manche qui sert à l'enlever aussitôt que la masse a été coulée et s'est refroidie. On enlève alors d'abord les coins *c c*, puis les pièces latérales *a a*, et enfin la tête et les tôles qui séparent les divers segments.

Une autre disposition pour transformer la masse cuite dans les turbines directement en sucre de consommation a été brevetée pour **Paul Prévost** (**) (*Paris*) (fig. 179 en coupe et fig. 180 en plan).

Les tamis de la turbine *A A* ne sont pas cylindriques, mais à section polygonale, dont les côtés plats sont destinés à recevoir des formes métalliques légèrement coniques *B B B* qui portent à l'intérieur des cloisons variables selon la nature des plaques, des pains ou d'autres pièces que l'on veut obtenir. Les formes *B B* portent des couvercles *D D* qui comportent un tuyau central

(*) B. Z. VII, p. 108.

(**) O. XXI, p. 797.

destiné à l'introduction des agents de clairçage. Les formes sont maintenues en place par des coins métalliques et dans leur position verticale par un anneau métallique horizontal *C* qui les réunit au tamis.

Au milieu de la turbine se trouve une boîte cylindrique *E*, destinée à l'intro-

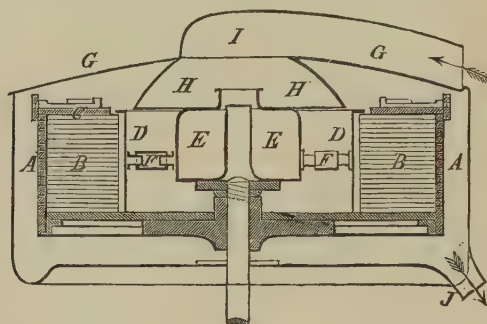


Fig. 179.

duction de la claire. Cette boîte est divisée par des cloisons en autant de compartiments qu'il y a de formes. Un écrou tendeur *F* maintient la communication entre chaque compartiment et la forme *B* correspondante. La forme de la boîte *E* et de ses cloisons peut, du reste, varier. Les cloisons peuvent se terminer à l'intérieur en un anneau concentrique autour de l'axe, ou bien

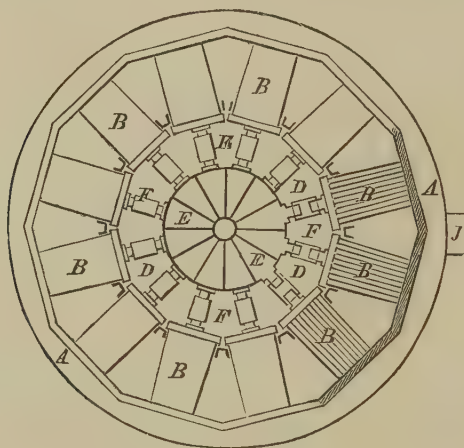


Fig. 180.

ils peuvent ne pas dépasser le milieu de la boîte de manière à y laisser une place libre par laquelle les compartiments pourront communiquer entre eux ; cela rendra plus uniforme la quantité de claire introduite dans les compartiments.

On peut aussi placer dans les turbines plusieurs séries de formes, les unes

au-dessus des autres; mais il faut alors disposer aussi plusieurs boîtes *E* les unes au-dessus des autres.

Voici, du reste, le mode de travailler :

Les formes *B* sont remplies de masse cuite jusqu'à une certaine hauteur, de manière à laisser un petit espace libre de quelques centimètres, pour produire plus tard une répartition plus uniforme de la clairce. La masse cuite cristallise dans les formes pendant quelques heures, puis on les introduit à leurs places dans la centrifuge en tournant l'espace vide du côté de l'axe. Puis on les fixe au moyen de coins métalliques et du couvercle *C* et on met les turbines en marche. Avant ou après la mise en train (selon le mode de travail), la clairce est introduite dans la caisse centrale *E*, et arrive par la force centrifuge dans l'espace vide des formes, d'où elle se répartit uniformément sur la masse. Quand le clairçage est achevé, on imprime à la turbine un mouvement de rotation plus rapide, pour chasser les dernières traces de clairce. Il s'agit ensuite de sécher le sucre formé. Cette opération peut se faire de diverses manières, savoir :

1. De l'air chaud ou de la vapeur sèche est introduit sous pression dans la boîte *E*, au moyen d'un tuyau placé verticalement dans l'axe de la turbine, qui ferme complètement l'ouverture supérieure de la boîte.

Cette opération peut se faire sans arrêter la turbine.

2. On arrête la turbine, on enlève les couvercles *D* de toutes les formes et on place au-dessus de la turbine le grand couvercle *G* (voir le dessin) qui comporte à l'intérieur un entonnoir renversé *H*. Le gaz chaud arrive par le tube *I*, de manière à passer par tous les pains de sucre et à s'écouler par l'ouverture *J*. Le couvercle *G* doit être aussi rapproché que possible du tamis du tambour.

On peut aussi faire entrer de la vapeur sèche par des ouvertures ménagées dans les coins métalliques qui maintiennent les formes.

Quand le sucre est devenu sec, on enlève les formes et on les vide; le sucre est prêt à être expédié.

Ce procédé a l'avantage que toutes les opérations du raffinage se passent dans la turbine, de sorte que les pains de sucre sont à l'abri de tout endommagement par la main des ouvriers.

La manière de travailler peut être réglée selon la vitesse de rotation de la turbine.

Rappelons à cette occasion que déjà bien avant Prévost, **A. Fesca** (*) avait inventé une méthode pour raffiner les pains de sucre dans la turbine même.

Fesca a, de plus, construit un régulateur centrifuge équilibré, qui rend de très bons services.

★ **Massignon et Dufour** (**) (*Crèvecœur-le-Grand*) ont expérimenté l'effet produit par les toiles **Liebermann** comme rendement, qualité et rapidité du turbinage, en comparaison avec la tôle perforée de cuivre : l'excédent de rendement a été de 3 %; dans le même temps, par la toile Liebermann, on a purgé 75 kilog. de masse cuite contre 60 kilog. avec la tôle ordinaire. Le sucre se détache toujours très facilement, sans grattage.

(*) Z., 31, p. 218.

(**) J. d. F. S., 24, n° 26.

★ **Stoelin** (*) (*Sainte-Marie-Kerque*) a installé ses turbines de façon à éviter toute main-d'œuvre pour le chargement, l'emploi du broyeur-mélangeur de masse cuite et l'usage de toute espèce de clairce. L'installation est la suivante : Le bac de masse cuite est légèrement en pente, de l'arrière à l'avant. Il est muni d'un système de réchauffage très simple qui maintient toujours la masse à sa température de sortie de l'appareil. L'avant du bac est percé de différentes ouvertures fermées par des trappes manœuvrées par des leviers et garnies d'une petite gouttière mobile. Les turbines du système Wenrich sont placées respectivement devant ces ouvertures et de façon que la petite gouttière débouche dans le panier de la turbine. Il suffit d'ouvrir la trappe pour que la masse cuite s'écoule dans le panier ; chaque turbine reçoit environ 200 kilog. de matière. On sépare aussi les égouts. Le premier sirop adhérent au sucre et qui s'écoule est cuit au filet comme seconds jets. Lorsque commence l'introduction de la vapeur, on change la sortie du liquide, qui arrive alors dans une nochière où plonge un tuyau d'aspiration du triple effet. Ce sirop de clairçage rentre donc directement dans le travail des premiers jets. On a encore constaté un rendement beaucoup plus considérable par la turbine Wenrich et qui serait presque expliqué par la quantité énorme de grains ou mieux de poudre de sucre impalpable qui se trouve retenue par la couche de 10 à 12 centimètres d'épaisseur de sucre existant toujours dans la turbine et formant tamis.

★ **A. Laborde** (**), à *Montdidier (France)*, a fait breveter une disposition qui permet la séparation automatique des égouts de différentes richesses dans le turbinage des masses cuites.

L'utilité de cette séparation sera démontrée par les chiffres suivants : Soit une masse cuite au quotient salin de 17 ; le sirop moyen d'égout total aura environ 7.5 (en turbinant des premiers blancs n° 3). En fractionnant les égouts, on pourra obtenir : 90 % d'égout ou sirop vert à 6.4 de quotient salin, et 10 % de sirop couvert à 17.4.

Par cette manière de procéder, on économise les frais d'osmose et on liquide plus rapidement les arrière-produits.

Deux obstacles se sont présentés d'abord : 1° Difficulté d'un écoulement rapide et complet des sirops qui s'attachent aux parois de l'enveloppe extérieure de la turbine. On évite cet obstacle par de fausses parois mobiles, couronnes intérieures d'injection de vapeur, etc.

2° Surveillance très difficile à exercer par l'ouvrier chargé d'opérer à la main la séparation des égouts.

Laborde a tourné cet inconvénient en ajoutant aux turbines un séparateur automatique d'un petit volume intercalé entre le bac d'écoulement et les deux gouttières qui se trouvent derrière à la partie inférieure.

La figure 181 représente la turbine complète dont voici la légende : *C*, robinet de manœuvre ; *A*, clairceur régulateur à cadran système Laborde ; *T*, tube d'introduction de vapeur détendue et sèche ; *H*, tube de vapeur humide ; *B*, prise de vapeur du séparateur ; *I*, tuyau de vapeur du séparateur ; *S*, cylindre à vapeur contenant piston de fermeture et ressort à boudin qui maintient levée

(*) J. d. F. S., 24, n° 48.

(**) S. I., 24, n° 22.

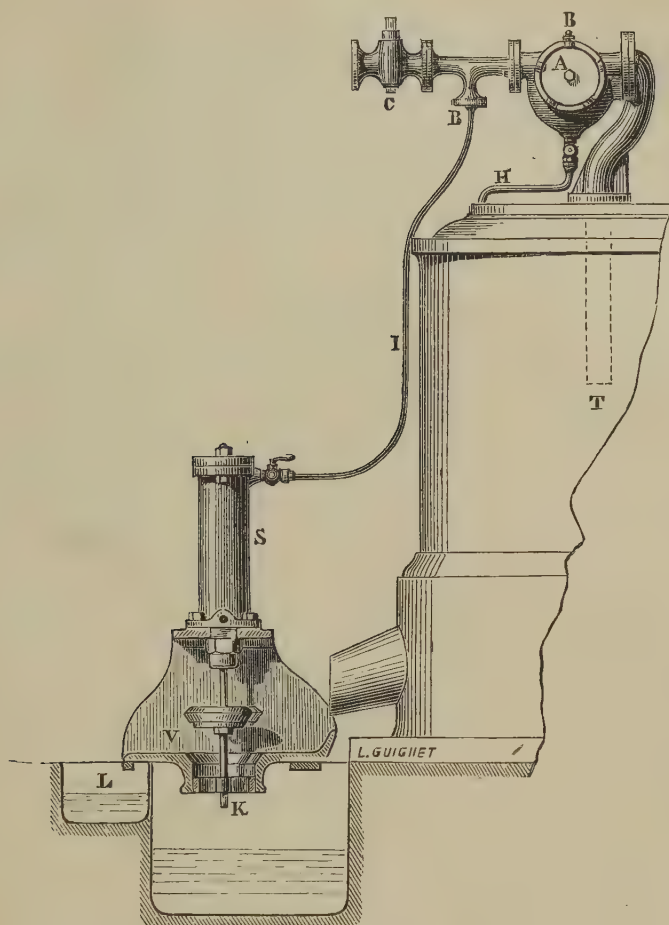


Fig. 181.

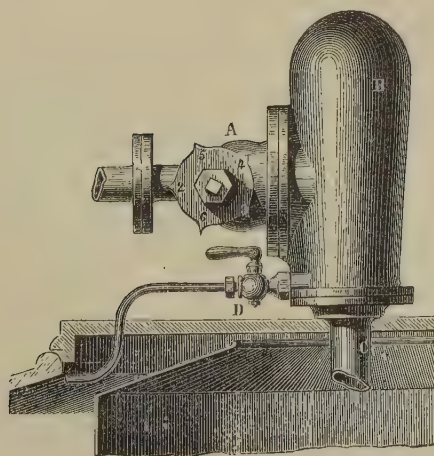


Fig. 182.

la soupape attachée au piston par une tige verticale ; *V*, boîte séparatrice portant une ouverture au-dessus de la nochière *L* à sirops riches et une autre ouverture située au-dessous de la soupape et au-dessus de la nochière *K* des sirops pauvres.

La manœuvre est la suivante : Turbinage préalable sans vapeur, écoulement de l'égout dans la boîte *V*, puis dans la nochière *K* ; introduction de vapeur de clairçage par le robinet *C*. En même temps par *I* abaissement du piston de *S* et fermeture de la soupape d'où écoulement automatique en *L* des égouts produits par le clairçage à vapeur ; finalement fermeture de *C* et décharge de *S* par *I*.

Cette disposition paraît très bien comprise.

★ **Legentil** (*) a imaginé un système de couvercle de turbine qui paraît très commode et très pratique. Il se compose de trois secteurs en fonte polie percés à leur sommet d'une ouverture dans laquelle s'ajuste l'arbre de la turbine qui leur sert d'axe dans le mouvement de rotation qu'ils doivent subir. Ces trois secteurs sont disposés de façon à pouvoir se replier l'un sur l'autre. Deux sont mobiles, le troisième est fixe. C'est sur celui-ci que viennent se glisser les deux premiers lorsque l'on découvre la turbine. L'ouverture égale donc les deux tiers de la surface. La manœuvre est très facile et commode, la fermeture hermétique. Jamais un atome de vapeur ne pénètre dans la salle lorsque le couvercle est ramené sur l'ouverture.

Au point de vue du clairçage, Legentil indique ce qui suit : Au-dessus des turbines court un tuyau collecteur dont la section égale autant de fois 4^{cm} qu'il y a de turbines. Ce tuyau fait office de réservoir de vapeur et est muni, en tête, d'un robinet de même section servant de modérateur ; il est terminé après la dernière turbine par un tout petit purgeur laissant échapper continuellement dans la nochière des égouts un filet de vapeur ; à chaque turbine vient s'embrancher en col de cygne un tuyau de 18 millimètres de diamètre intérieur amenant au clairceur la vapeur déjà détendue et purgée une première fois. Le clairceur doit être réglé avec soin pour chaque turbine et une fois pour toutes (fig. 183). Il détend de nouveau et repurge la vapeur qui arrive ainsi bien sèche. Le purgeur *B* du clairceur est en ligne directe et verticale avec le robinet détenteur *A*, afin que l'eau de condensation ne se dirige pas vers l'embranchement *C* par lequel arrive la vapeur sèche. Les tuyaux doivent être entourés avec soin. Au moment du chargement, *C* doit être ouvert entièrement et fermé au moment où la turbine s'arrête. Il faut vider celle-ci immédiatement. Le sucre doit tomber des parois au moment de l'arrêt. S'il était adhérent, c'est qu'on aurait mis trop de vapeur ou qu'on aurait laissé tourner un temps trop long relativement à la quantité de vapeur. Les résultats sont partout très satisfaisants et généraux quelle que soit la masse cuite turbinée, que l'on fasse des blancs ou des roux (**).

(*) J. d. F. S., 25, n° 6.

(**) J. d. F. S., 24, nos 32 et 33.

D. RAFFINAGE DU SUCRE.

L'étendue de notre ouvrage et les difficultés inséparables de chaque début ne nous ont pas permis, à notre regret, de traiter cette année-ci, avec tous les détails nécessaires, les progrès du raffinage du sucre faits pendant les dernières années.

Nous nous bornerons à les passer rapidement en revue.

En dehors des procédés mentionnés déjà auparavant, nous citerons spécialement :

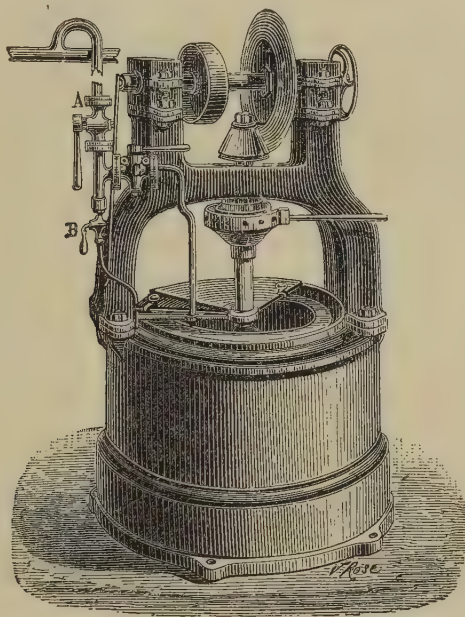


Fig. 183.

1 à 4. Appareils pour blanchir et sécher rapidement le sucre raffiné
dans les formes, inventés :

Par **H. Passburg**, à Moscou. (*Voir* Jahr. St., 1882, p. 153.)

Par **Fr. Demmin**, à Berlin. (*Voir* Z., 321, p. 691, et B. Z. VII, p. 45.)

Par **Leurson et Lots**. (S. I., 20, n° 1 et 2.)

Par **Paul Ritter von Carstanjen**, à Csepreg, en Hongrie. (O. XXI, p. 642.)

5. Appareil pour claircer le sucre raffiné :

Par **A. Siegert**, à Puschkowa, en Silésie. (*Voir* N. Z. XI, p. 22, et B. Z. VIII, p. 150.)

6. Appareils pour sécher le sucre raffiné :

Par **Uwe Esmarch**, à Saint-Petersbourg. (*Voir* N. Z. X, p. 78, et N. Z. XI, p. 205.)

7 et 8. Modifications aux sucettes :

Par **E. Herbst** (Kuttenberg). (O., 19, p. 725.)

Par **A.-W. Mackensen**, à Schöningen. (N. Z. XI, p. 4.)

9. Fabrication du sucre en morceaux :

Par **A. Herbst**. (O., 20, p. 422.)

10. Système analogue :

Par **Lebaudy frères**, à Paris. (N. Z. X, p. 187, et N. Z. XI, p. 112.)

11. Fabrication du sucre en plaques, bâtons, etc.

Par **M. Weinrich**, à Vienne. (N. Z., p. 264, et Z. 331, p. 739.)

12. Moulin à sucre et à chaux :

Par **Schmeja**, appelé *Moulin-Excelsior*. (B. Z. VII, p. 479.)

Nous citerons, en outre, le travail de **G. Stade** (*Nangis, Seine-et-Marne*), intitulé : *Rendement d'une raffinerie allemande*. (Voir S. I., 23, p. 103, et O. XXI, p. 763.)

Et le travail de **H. Briem** (*Gröbers*), sur le même sujet. (Voir O. XXI, p. 888.)

Nous mentionnons, de plus, les observations faites par **M.-A. Tolpygine** sur les raffineries russes (*Sapiski de Kieff*, XIII, p. 205 et 209).

On y cite un grand nombre de procédés appliqués en Russie, pour clarifier et sécher rapidement le sucre, savoir :

Le procédé de Tikston, à Smela.

Wernikin, à Odessa.

Masaraki, à Olchana.

Litvinenko, à Tcherkassi.

Beckmann, à Michailovski.

Rypnine, à Charkov. (Séchage des pains en 20 à 24 heures et refroidissement en 6 à 7 heures.)

Tolpygine parle ensuite de la fabrication à Moscou de sucre en tiges carrées dont la longueur est de 17 centimètres et l'épaisseur de 2 centimètres. (La fabrication se fait ou bien dans les turbines ou bien au moyen du vide.)

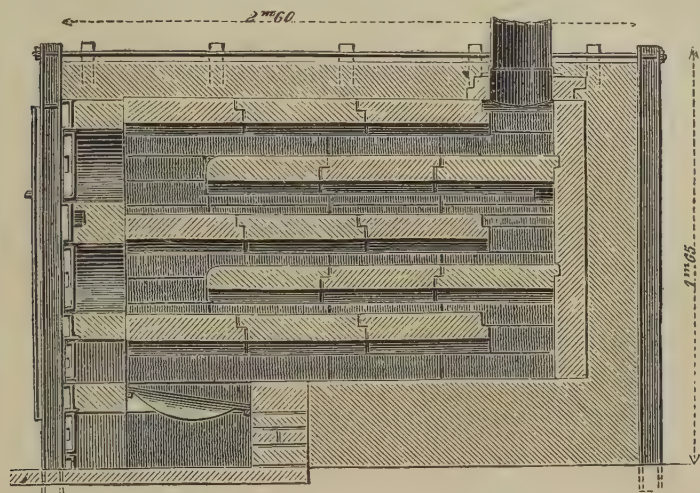
E. INSTALLATION DES EMLIS.

★ **Michel Perret** (*) construit un foyer à étages qui s'applique également au chauffage des emlis (fig. 184 et 185).

Il est formé de plusieurs étages constitués par des dalles réfractaires laissant

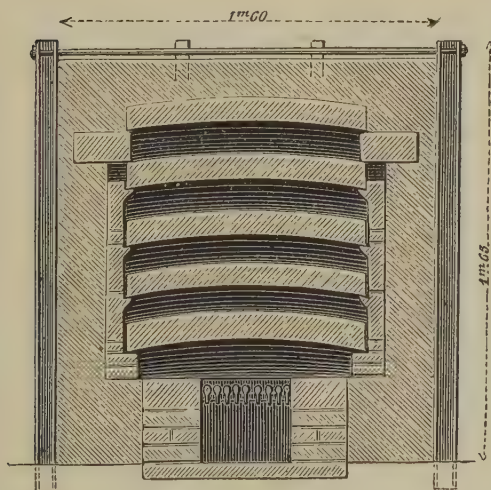
(*) S. B. II, n° 9.

alternativement des solutions de continuité, tantôt sur le devant, tantôt sur l'arrière. Au-dessous de la sole se trouve un petit foyer à grilles ordinaires. La face du foyer comporte une devanture en fonte percée de portes pour le



Coupe longitudinale.

Fig. 184.



Coupe transversale.

Fig. 185.

chargement ou le déchargement du combustible. Les trois autres parois sont en matériaux réfractaires. Les étages sont formés de dalles cintrées de 0^m,10 d'épaisseur, 1 mètre de large et 0^m,50 de long. On dispose ces dalles de façon à avoir des foyers de longueur suffisante pour le cube à chauffer. On peut aussi

augmenter la hauteur et le nombre des étages. Le massif extérieur du foyer a généralement 1^m,60 de large, 1^m,65 de haut et 2 mètres de long, lorsqu'il y a deux dalles à chaque étage, et 3^m,20, quand il y en a quatre. Les gaz chauds s'échappent par un tuyau en tôle qui les conduit à l'empli.

Pour mettre le four en marche, on allume le feu sur la grille et l'on amène au rouge le premier étage, ce qui demande trois ou quatre jours. On charge ce premier étage de combustible, puis le second, dans les mêmes conditions, et ainsi de suite jusqu'au dernier. On éteint ensuite le feu de la grille. Les chargements se font toutes les huit ou douze heures. Ce travail consiste à faire descendre (par les solutions de continuité) d'un étage sur l'étage inférieur le combustible qu'il contient et de l'y égaliser. On commence par le bas; ce qui tombe dans le cendrier est retiré une fois par jour et ne contient plus de carbone. Le combustible neuf se charge sur la tôle supérieure et sur une épaisseur de 0^m,07 à 0^m,10.

Il faut employer des combustibles maigres, l'antracite, cendrées de coke, de forge. Chez **Delattre et C^o**, à Seille-Andenne (Belgique), et chez **A. Gilain**, à Embresin (Belgique), on brûle même les cendres des générateurs.

Les chargements sont peu fréquents, 2 ou 3 fois par 24 heures. La surveillance de nuit peut être supprimée, et la main-d'œuvre est presque nulle.

Une négligence d'ouvrier oubliant un chargement est sans conséquence, l'épuisement complet du combustible n'ayant lieu qu'au bout de 36 à 48 heures. Le service se fait par l'extérieur.

A. Boyard, 104, avenue de la Reine, Bruxelles, s'occupe des installations du four Perret.

★ **La sucrerie de Mayot** (*), près La Fère (Aisne, France), présente quelques particularités dans la disposition des bacs de masse cuite et des emplis.

Le bac de masse cuite 1^{ers} jets est placé dans l'atelier des turbines et déverse la matière dans une rigole munie d'une hélice et portant en regard de chaque turbine un petit bac de jauge. La charge de la turbine est ainsi automatique et régulière.

La salle d'empli contient 14 bacs placés sur deux rangées. Autour de chaque bac existe un espace de 20 centimètres fermé au-dessus et sur les côtés, de manière que les parois latérales soient chauffées parfaitement, ce qui est très important. Chaque rangée de bacs est desservie par un chariot, suspendu à un rail fixé à la voûte. On charge la masse cuite dans ce chariot, qui vient se placer ensuite, soit directement au-dessus des paniers des turbines, soit au-dessus du moulin. Cette disposition est très pratique, évite la main-d'œuvre et permet un travail très propre et très soigné.

★ **La Compagnie de Fives-Lille** (**) construit un nouveau malaxeur élévateur de masse cuite qui a pour but de préparer la masse à turbiner et de la conduire par des tuyaux fermés dans le bac qui sert au chargement des turbines. L'opération se fait proprement sans aucune perte de sucre. La masse cuite, mise dans une trémie peu élevée au-dessus du sol, est malaxée

(*) J. d. F. S., 24, n° 52.

(**) J. d. F. S., 24, n° 43.

par un tambour portant des dents passant dans un peigne fixe et tombe dans une capacité inférieure en communication avec une pompe à simple effet. Le mouvement du malaxeur est indépendant du mouvement de la pompe, et le malaxage, l'élévation et le transport de la masse cuite se font complètement en vases clos.

★ **E. Durin** (*) a publié différentes observations sur l'altération des sirops de sucrerie et sur l'influence de cette altération sur la fermentation alcoolique des mélasses.

En général, les jus donnant des 2^e et 3^e jets fermentescibles sont peu alcalins, se décolorent facilement et deviennent un peu nuageux. Une alcalinité plus forte est alors nécessaire.

Le nom de fermentation est appliqué probablement à tort. Un ferment ne peut pas résister à l'action de la chaux, à la carbonatation, à l'ébullition, à la filtration. La grande concentration est aussi un obstacle à la fermentation. Cependant, des sucres blancs se sont déjà altérés sous l'influence de ferments spéciaux.

L'altération provient plutôt d'une action chimique, d'une carbonisation ignée des sirops provenant probablement de la réaction des nitrates sur le sucre, d'autant plus que l'altération s'accroît surtout dans le sirop à 80° C., alors que les fermentations réelles s'arrêtent généralement à 40°.

Durin a observé un genre d'altération dont les produits indiquaient certainement une altération du sucre toute spéciale.

Une couche crémeuse formée par des acides gras combinés à la chaux existait sur la surface des bacs. La cause devrait en être attribuée à l'insuffisance de chaux dans les jus de râperie, car les observations précédentes s'appliquaient surtout à ce genre de travail.

Si une mélasse renferme des nitrites, ceux-ci se décomposent pendant la fermentation en distillerie sous l'action des acides minéraux. Il y a dégagement d'acide hypoazotique qui paralyse le ferment.

S'il n'y a pas de nitrites mais bien des nitrates, il peut y avoir aussi dégagement de vapeurs nitreuses, conséquence de la fermentation lactique qui réduit les nitrates.

Les mélasses caramélisées ou glucosiques ne donnent pas un rendement en alcool proportionnel à la quantité totale des sucres constatés, car, dans ces altérations en sucrerie, on ne sait pas où s'arrête la production de sucre interverti, et où commencent les dérivés glucosiques réduisant la liqueur de cuivre, mais ne fermentant que très incomplètement.

Lorsqu'il y a en sucrerie formation d'acides gras qui se combinent à la chaux, les mélasses provenant de ce travail sont très réfractaires à la fermentation alcoolique. Une ébullition avec l'acide sulfurique avant la fermentation est alors nuisible, car les acides gras sont mis ainsi en liberté.

Les essais de **Nerle et Maerker** ont démontré aussi l'influence paralysante sur la levûre d'un certain nombre d'acides de la série grasse, même ajoutés en très petite quantité.

Le remède à apporter pour arrêter l'action des acides gras serait un traite-

(*) B. A. d. C., 1, n° 5.

ment par un peu de chaux, séparation du dépôt, très légère acidification ensuite, de façon cependant à ne pas remettre en liberté les acides des sels qui ne se seraient pas précipités à l'état de sels calciques.

D'après **C. Rabbethge** (*) (*Einbeck*), on peut turbiner des deuxièmes produits déjà 48 heures après la cuite. Il a vu dans une fabrique qu'on obtenait ainsi de bons résultats et qu'on produisait des sucres de 94 1/2 à 95 %.

Le **Dr. Drenckmann** (**) a fait l'observation suivante :

Quand on turbine des masses cuites qui ne sont pas suffisamment chaudes, une partie du sirop devient visqueuse et est absorbée par le grain du sucre, qui agit alors d'une façon analogue à un filtre. La plupart des sels absorbés seraient non pas des sels de chaux, mais des sels alcalins. (Il paraît résulter de nos expériences personnelles que ce sont, au contraire, les sels de chaux qui produisent cet effet. Fr. Sachs.)

(*) Z., 33, p. 641.

(**) Z., 33, p. 244.

CHAPITRE VI

TRAVAIL DES MÉLASSES

Quand les sirops ont abandonné par cristallisation une grande partie de leur sucre, ils se chargent d'impuretés à un tel degré qu'ils ne laissent plus cristalliser du sucre par les moyens ordinaires. On leur donne alors le nom de mélasses. Ces mélasses contiennent encore une grande quantité de sucre, généralement 50 %, qu'il serait très avantageux de pouvoir retirer. Aussi a-t-on fait depuis longtemps des essais nombreux dans ce sens, et notamment Dubrunfaut avait proposé depuis longtemps le procédé de l'osmose et celui à la baryte. Mais ces procédés ne donnaient pas les résultats que l'on avait espéré obtenir, et on préférait généralement vendre les mélasses aux distilleries. Toutefois, dans les dernières années, un revirement complet s'est fait par les nombreuses inventions faites dans le but de retirer économiquement le sucre des mélasses.

Ensuite de la fabrication de bons papiers parcheminés, l'osmose a fait des progrès notables; mais elle tend à disparaître de son côté en présence de l'élu tion, du procédé à la strontiane et de la séparation, qui demandent des installations plus coûteuses, mais qui donnent aussi un rendement en sucre beaucoup plus grand que l'osmose. En France, on n'avait pu essayer jusqu'ici aucun de ces procédés, à cause de l'impôt sur le sucre fabriqué.

Par l'impôt sur la betterave, l'étude de tous ces procédés offrira un intérêt de premier ordre; aussi avons-nous cru être agréable à nos lecteurs, en traitant ce chapitre avec autant de détails que possible.

A. OSMOSE.

★ **H. Leplay** (*) a publié dans la *Sucrierie indigène* un remarquable travail sur l'osmose des produits de la sucrerie. Nous en donnons ci-après un résumé aussi condensé que possible :

En admettant comme prix des mélasses 12 francs et comme prix du sucre blanc n° 3, 65 francs, en admettant aussi les mélasses à 48 % de sucre et 13,5 de cendres, Leplay établit d'abord en détail les points suivants :

1° La dépréciation produite par la présence des sels est par 100 kilos de mélasses de fr. 19-20, par 100 kilos de sucre de la mélasse de 40 francs, et par kilogramme de cendres de la mélasse, de 1-42.

(*) S. I., 21, p. 346, 365, 397, 423, 477, 504, 515, 555, 604, 627, et S. I., 22, p. 527, 558, 586.

2° Les cendres qui abaissent le titrage du sucre de 98° (blanc) à 88° (roux) déprécient le sucre, d'après les nouvelles conditions françaises, de 2-40 par kilogramme de cendres; au-dessous de 88° jusque 80°, chaque kilogramme de cendres diminue la valeur du sucre de 4 francs; au-dessous de 80 jusque 65, de 5 francs.

3° Pour une fabrication de 100 jours, avec 100 hectolitres de masse cuite 1^{ers} jets par 24 heures, le préjudice total causé par la présence des cendres dans la valeur commerciale des produits est de fr. 13-36 par sac, soit 9 francs par 1,000 kilogrammes de betteraves, représentant 136,734 francs.

L'osmose, qui élimine des produits les sels de potasse et de soude à acide organique et inorganique, permet donc l'augmentation du titrage des produits et l'augmentation du rendement en sucre.

Les conditions dans lesquelles s'effectue l'osmose sont les suivantes : Prix de 1 kilogramme de sucre dans la mélasse : fr. 0-25. — Eaux d'exosmose à 1 kilogramme de sucre pour 1 kilogramme de cendres, donc perte en sucre par kilogramme de cendres = 0-25. — Papier parchemin éliminant 1^k,5 de cendres par 24 heures, soit en 6 jours, 9 kilogrammes. Le prix de la feuille compté à 0-40, la dépense par kilogramme de cendres = 0-045.

Main-d'œuvre par kilogramme de cendres = 0-030.

Charbon — — 8^k,5 à 20 francs = 0-17.

Frais divers, 0-005.

Amortissement, 0-010.

D'après ces données, on obtient : A. Bénéfice net que donne 1 kilogramme de cendres éliminé des sucres bruts de 2° et 3° jets par l'osmose pour un titre de 98 et au-dessous jusque 88° = 1-80.

B. Bénéfice dans les mêmes conditions, mais pour un titre au-dessous de 88 jusque 80 = 3-49;

C. Bénéfice dans les mêmes conditions, mais pour un titre au-dessous de 80 jusque 65 = 4-49;

D. Bénéfice net produit par l'élimination de 1 kilogramme de cendres des sirops d'égout de 1^{er} et 2° jets en relevant le titre des sucres de 2° et 3° jets de 65 à 80 = 3-865;

E. Bénéfice dans les mêmes conditions, mais en relevant le titre de 80 à 88 = 2-865;

F. Bénéfice dans les mêmes conditions, mais en relevant le titre de 88 à 98 = 1-265;

G. Bénéfice net produit par l'élimination de 1 kilogramme de cendres de la mélasse augmentant de 2-500 le rendement en sucre à 100^{es} des sucres de 2° et 3° jets et produisant des sucres de 4°, 5°, 6°, etc., jets = 0-365.

L'osmose produit donc des résultats différents suivant les produits sur lesquels on l'applique et doit surtout être pratiqué sur les sirops de 1^{er} et de 2° jets.

En le pratiquant sur les mélasses épuisées par cristallisation, le bénéfice, en le calculant à 0-365 par kilogramme de cendres enlevé serait de 1-825 par 100 kilos de mélasse mise en osmose; 5,000 ‰ kilos de mélasse disparue; 14,60 ‰ kilos de sucre à 100° obtenu.

Il a été parfaitement établi que la quantité de sels éliminés et la quantité

de sucre rendu cristallisable par l'osmose dans un temps déterminé et en raison de la surface de parchemin mis en œuvre.

Donc si pour une même surface dans le même temps on travaille 100, 150 ou 200 kilogrammes de mélasse, l'effet comme sucre rendu cristallisable sera à peu près le même *en totalité*. C'est conséquemment une erreur de croire qu'en faisant passer par l'osmogène plus de mélasse dans le même temps, on augmente la quantité de travail, la quantité de sucre produit et l'on diminue les frais de production. Il faut donc faire passer par l'osmogène la quantité de mélasse nécessaire pour obtenir le maximum d'effet, soit avec une mélasse à 3,5 de quotient salin en abaissant la densité de la mélasse de 42° Baumé froid à 13 ou 14 chaud ou 16 ou 17 à 15°.

Lorsque les eaux d'exosmose doivent être concentrées, on peut les faire sortir de l'osmogène à 2 ou 3° Baumé (à froid) maximum, et si les eaux doivent être perdues, à 1 ou 1° 5 (à froid) maximum. Une grande différence de densité des eaux d'exosmose influe sur les résultats. Ainsi, en faisant l'osmose sur un sirop d'égout de 2° jet avec production d'eaux à 1° 4 Baumé froid, d'une part, et 4° 6 d'autre part, l'expérience a constaté une augmentation du quotient salin de sirop de 1,94 dans le premier cas et 1,38 dans le second.

Lorsqu'on n'effectue qu'une seule osmose sur des mélasses épuisées, on ramène le coefficient de 3,5 à 6 en moyenne. Le sirop mis en cristallisation et turbiné donne un égout à 4,5. Tout le sucre régénéré par l'osmose n'est donc pas récupéré par turbinage. Il y a donc perte en opérant ainsi, perte qui ne se réalise pas si l'on effectue plusieurs osmoses successives, ou que l'on atténue en vendant les mélasses d'osmose à la teneur en sucre.

Pour obtenir, par exemple, de 100 kilogrammes mélasses à 48 %, 18 kilogrammes de sucre à 88°, on perdra en moyenne 6 kilogrammes de sucre. Ces 6 kilogrammes de sucre n'ont pas évidemment la valeur du sucre rendu cristallisable, car dans une mélasse à 50 % au coefficient 3,50 valant 12 francs, 1 kilogramme de sucre ne représente que 0,25 et les eaux d'exosmose sont seulement au coefficient 1.

Il est très important aussi de mettre en osmose des liquides à la plus forte densité possible, et surtout à une densité régulière, si l'on veut se régler sur le degré Baumé des sirops sortants pour apprécier la marche de l'osmogène. L'effet produit en osmosant un liquide de 32 à 15 n'est pas évidemment le même qu'en l'osmosant de 42 à 15. On peut admettre que pour obtenir des eaux d'exosmose au quotient salin de 1, il faut : osmoser les égouts de 1^{er} jet de 40 à 20° B^e chaud ; osmoser les égouts de 2^e jet de 40 à 17° B^e chaud ; osmoser les 3^e jet ou mélasses de 40° à 13° B^e chaud.

Le papier parchemin qui réunit les meilleures conditions de célérité et de qualité de travail est le n° 2, pesant 85 grammes pour le format de l'osmogène Dubrunfaut. On pourrait employer le n° 1 en installant plus d'osmogènes. Les résultats comme qualité de l'osmose seraient meilleurs.

Il faut vérifier chaque feuille de parchemin au grand jour avant de l'employer. Des taches blanches grosses comme des pois ou des têtes d'épingle indiquent des parties de papier non parcheminées qui se trouvent après un petit temps de marche. Il faut donc les rejeter.

L'usure du papier se manifeste par l'agrandissement de ses pores. Il passe alors plus de sucre relativement aux sels. La chaleur produit le même effet,

l'expérience a, du reste, constaté que l'osmose à froid donne de meilleurs résultats comme qualité que l'osmose à chaud, mais non comme quantité de travail.

Un osmogène mis en marche garni de papier neuf fournit des eaux peu colorées, et au fur et à mesure du fonctionnement, la coloration s'accroît de plus en plus. L'osmose est normale si ce phénomène se présente régulièrement. S'il se présente brusquement, au contraire, il faut visiter l'appareil, car il indique que le parchemin n'est plus en bon état.

L'analyse des eaux indique aussi la marche de l'usure par l'augmentation régulière de leur quotient salin.

Voici des chiffres qui donnent une idée de la marche de l'usure moyenne du papier :

Après 24 heures, il y a dans le sirop en sucre régénéré, pour 1 de cendres :	3.23,
Pertes dans les eaux,	— — 1.10.
Après cinq jours : sucre régénéré dans le sirop . .	— — 2.78.
Perte dans les eaux,	— — 1.20.
Après onze jours : sucre régénéré dans le sirop . .	— — 1.73.
Perte dans les eaux,	— — 1.50.

Ces résultats peuvent varier dans un sens ou dans l'autre et avec d'assez grands écarts.

La cause dominante de l'usure beaucoup plus rapide du parchemin dans un cas que dans un autre, réside surtout dans la présence de l'alcali *caustique*. On peut éviter cet inconvénient en carbonatant la mélasse presque complètement !!!

Il faut être large en papier parchemin pour l'osmose et ne pas chercher à diminuer la dépense en le faisant marcher trop longtemps, car les produits s'en ressentent toujours forcément.

Dans l'osmose à eaux faibles, on emploie 6 à 7 fois le volume de la mélasse ; dans l'osmose à eaux fortes, 4 à 5 fois.

Les eaux employées à l'osmose ne doivent contenir aucun corps en suspension ; sinon, il devient nécessaire de les filtrer. Si les eaux déposent aussi fortement par l'ébullition, il devient nécessaire de les épurer. Ces eaux ne sont généralement que très chargées en bicarbonate de chaux. On peut employer le moyen d'épuration suivant : on ajoute à l'eau froide une petite quantité de lait de chaux. La chaux s'empare de l'acide carbonique du bicarbonate et se précipite. Le bicarbonate transformé alors en carbonate neutre se précipite également. Le dépôt se fait rapidement et l'eau ne se trouble plus à l'ébullition. L'expérience a démontré que le rapport de diffusibilité entre les sels alcalins et les sels de chaux contenus dans le produit à osmoser est de 100 à 40. Il faut donc éviter la présence des sels de chaux dans les sirops à osmoser. On peut éliminer les sels de chaux par l'emploi du carbonate de soude qui forme du carbonate de chaux et des sels de soude organiques et inorganiques. Il est à remarquer surtout que l'élimination des sels de chaux par ce moyen détermine l'élimination par l'osmose d'une plus grande quantité de sels de potasse et de soude.

L'emploi du carbonate de soude est indispensable lorsque les mélasses renferment 0,25 à 0,30 de chaux, et aussi lorsque l'on effectue plusieurs osmoses

successives, alors même que la quantité de chaux est inférieure, car cette quantité alors va toujours en s'accumulant de plus en plus.

Le traitement au carbonate de soude doit se faire sur les mélasses avant osmose si l'on ne fait qu'une seule osmose, ou plus facilement sur les sirops osmosés du 1^{er} osmose si l'on en effectue plusieurs.

En raffinerie, le glucose a longtemps fait craindre que l'osmose ne pût trouver là une application, mais des expériences ont démontré que le glucose diffuse plus rapidement que le sucre dans la proportion de 30 %, mais moins rapidement que les sels, bien entendu.

Les eaux d'exosmose employées comme engrais peuvent être évaluées à 0,86 par hectolitre à 2,5 Baumé, soit de 4,14 % de mélasse mise en osmose.

Il y a grand intérêt aussi à les utiliser en distillerie. La crainte de la fermentation nitreuse due à des nitrites et non à des nitrates ne peut plus subsister actuellement, car une simple ébullition avec l'acide sulfurique, suffisamment prolongée, les détruit complètement.

La valeur des eaux provenant de 100 kilogrammes de mélasse mis en osmose est la suivante : alcool, 1,88 ; salin, 1,37 ; total, 3,25.

Un troisième moyen d'utiliser les eaux d'exosmose serait leur traitement en vue d'en retirer des sels et du sucre par cristallisation, ce qui a été appliqué chez M. Druelle, à Courcelles. Les opérations sont les suivantes :

1^o Évaporer les eaux d'exosmose ordinaire, les faire cristalliser et en obtenir des sels d'exosmose n^o 1 ;

2^o Réosmoser la mélasse d'exosmose sortant du turbinage de ces sels, de manière à obtenir, d'un côté, des eaux d'exosmose qui, évaporées, donnent une nouvelle cristallisation en sels n^o 2.

Évaporer la mélasse d'exosmose réosmosée à 38° B^e bouillant ;

3^o Soumettre cette mélasse de réosmose (que nous désignerons sous le nom de mélasse osmosée pour sucre) à une nouvelle osmose qui donne, d'un côté, des eaux d'exosmose que l'on évapore et qui fournissent une nouvelle cristallisation en sels n^o 3, et, d'un autre côté, une mélasse osmosée qui, recuite, cristallise en sucre et donne, après turbinage, un égout contenant autant de sucre que la mélasse mise en œuvre primitivement et qui peut être livré à la distillerie comme mélasse d'osmose ;

4^o Les eaux d'exosmose évaporées qui ont cristallisé en sels n^{os} 2 et 3 ne sont pas épuisées en sels ; recuites, elles donnent une nouvelle cristallisation en sels n^o 4. Elles peuvent alors rentrer dans la mélasse d'exosmose provenant du turbinage des sels n^o 1 dont elles subissent encore toutes les opérations subséquentes.

Les résultats seraient les suivants pour 100 kilog. mélasses mis en osmose :

Osmose des mélasses ordinaires. fr. 2 93

Réosmose et cristallisation en sels et sucre. 4 56

c'est-à-dire un bénéfice plus fort par la seule réosmose des eaux d'exosmose que par l'osmose simple des mélasses.

L'osmogène de Dubrunfaut, tel qu'il est construit actuellement, est à 100 cadres, garniture d'introduction et de sortie des liquides des deux côtés, vis centrale de serrage, etc.

Le principe de l'appareil est trop connu pour que nous en donnions ici une description.

Dans la pratique de l'osmose, on peut consacrer les deux premières caisses du triple effet à l'évaporation des eaux d'exosmose, et la troisième à l'évaporation des sirops osmosés. Les caractères qui indiquent le point de cuite apparaissent plus tôt avec les sirops d'osmose. La cuite doit être assez serrée, la proportion d'eau dans la masse cuite de 9 à 10 %.

Pour la cristallisation des eaux d'exosmose en sels, le degré de concentration ne doit pas dépasser 39 à 40 B_e chaud. Si la matière est très riche en sels, il faut quelquefois arrêter la concentration à 36° B_e. Les cristallisoirs doivent être dans un endroit peu chauffé, recevant des courants d'air. Un refroidissement trop brusque donne de mauvais résultats, mais, finalement, on peut abaisser la température à 8 ou 10°.

En quinze jours généralement, la cristallisation est terminée.

Les sels d'exosmose sont vendus pour la fabrication des engrais. Leur composition varie naturellement suivant la nature des betteraves travaillées.

L'osmose avec réosmose des eaux d'exosmose est pratiquée par les sucreries d'Havrincourt et de Courcelles. Les résultats moyens sont les suivants, pour 100 kilogrammes de mélasse :

Rendement en sucre : 25 kilogrammes. — Rendement en sels : 3 kilogrammes.

Les tableaux que **M. Leplay** reproduit à la fin de son travail démontrent que l'osmose avec réosmose des eaux d'exosmose est beaucoup plus profitable que l'osmose simple des mélasses. **M. Menesson** (Quincy) (Aisne, France) a appliqué aussi cette méthode d'osmose, cette année, sur 1,500,000 kilogrammes de mélasse.

★ Dans une étude sur le *Contrôle chimique dans l'application de l'osmose* (*), **M. Leplay** donne les indications suivantes :

Il faut analyser : La mélasse mise en osmose ; la mélasse osmosée ; l'eau d'exosmose ; la masse cuite d'osmose ; la masse cuite d'exosmose.

On devra déterminer : 1° la densité ou le degré Baumé ; 2° le sucre par le saccharimètre ; 3° les cendres sulfuriques ; 4° le glucose à l'état de sucre et la quantité de dérivés du glucose ; 5° le titre alcali libre ; 6° l'eau par dessiccation en plaques minces ; 7° la chaux par l'hydrotimétrie ; 8° le chlore.

On calculera d'après ces déterminations : 9° le coefficient salin ou le rapport du sucre aux cendres ; 10° le quotient sucre libre ou le rapport du sucre qui peut cristalliser à 100 de sucre total ; 11° le quotient mélasse ou le rapport de la mélasse à 100 de sucre ; 12° le quotient salin ou le rapport des cendres à 100 de sucre ; 13° le quotient alcali libre ; 14° le quotient glucose à l'état de sucre ; 15° le quotient dérivé du glucose ; 16° le quotient de pureté ; 17° le quotient d'impureté ; 18° le quotient calcique ; 19° le quotient chlorure de potassium ; 20° le quotient organique total.

On déduira des résultats de l'analyse les appréciations suivantes :

La densité du sirop, avant osmose, indiquera si l'on doit modifier le degré des sirops à la sortie de l'osmogène ; la densité de ces sirops indiquera si l'alimentation de l'osmogène en sirop est convenable ; de même pour l'eau d'exosmose. Le degré de sortie des sirops osmosés se règle par l'analyse et de façon à obtenir le coefficient salin de 1.

(*) B. A. d. C., 1, n° 5.

La comparaison du coefficient salin et des quotients sucre libre et mélasse des sirops à osmoser, des sirops d'osmose et des eaux d'exosmose indiquera le rendement en sucre et mélasse des sirops mis en cristallisation.

La comparaison de l'analyse de la masse cuite et de l'analyse du sirop pris à la sortie de l'osmogène à un moment quelconque, indiquera si le travail d'osmose est pratiqué régulièrement.

La détermination du glucose et des dérivés du glucose indiquera si le liquide contient du glucose à l'état de sucre et s'il s'en forme encore. S'il n'y a pas de glucose sucre, mais seulement des dérivés, l'altération aura pris naissance dans la conservation de la betterave ou dans le jus avant défécation et ne se sera pas produite pendant le travail des jus.

L'alcalinité est due généralement à la potasse et à la soude à l'état caustique ou carbonate.

L'alcali caustique seul empêche la transformation du sucre cristallisable en glucose !!

Si l'alcali caustique manque, il faut donc en ajouter.

La dessiccation en couches minces des liquides avant et après osmose indique leur état d'altération.

Une dessiccation sans mousse indique l'absence du sucre incristallisable et de tendance à la fermentation.

Une mousse superficielle indique qu'il n'y a pas encore de sucre incristallisable, mais qu'il s'en produira certainement pendant l'osmose.

Une mousse abondante indique la présence et la formation de sucre incristallisable.

Le quotient calcique indiquera si la chaux ne s'accumule pas dans les sirops osmosés au point de produire des cuites grasses et visqueuses. Au quotient 0,5, il faut éliminer la chaux par le carbonate de soude.

Le rendement en sucre dans les sirops osmosés sera en général d'autant plus grand que le quotient chlore sera plus élevé dans les mélasses au coefficient salin 3,5.

II. Briem (*) donne quelques chiffres pratiques sur les résultats de l'osmose dans une fabrique autrichienne.

Il y avait 7 osmogènes, avec lesquels on travaillait en 47 jours 427,700 kilogrammes de mélasse (sirop d'écoulement du quatrième produit). Comme cette mélasse avait une très grande alcalinité, on ajoutait de l'acide chlorhydrique, ce qui donnait des résultats satisfaisants. (D'après *Rolff*, l'addition de l'acide chlorhydrique n'est pas avantageuse.)

Voici les dépenses par 100 kilogrammes de mélasse (réduites en francs) :

Prix de la mélasse.	fr. 10-35
Houille (85 kil.)	1-60
Papier parchemin.	10
Acide chlorhydrique.	03
Eclairage	05
Huile et divers.	02
Main-d'œuvre	48
Amortissement et intérêts	05
Total.	fr. 12-68

(*) O. XXI, p. 323.

Les recettes s'élevaient à

14,7 kilogrammes de sucre, d'une polarisation de 94,5, à 60 fr.	fr. 8-83
70,9 kilogrammes de mélasse à fr. 8-14	5-87
Total.	fr. 15-70

Soit bénéfice fr. 2-02 par 100 kilogrammes de mélasse.

Ce bénéfice devient encore plus grand quand on peut utiliser la vapeur de retour, et quand il ne faut pas tenir compte de l'éclairage, etc.

A. Kukla (*) a observé que le rendement en sucre d'une mélasse osmosée n'est nullement en proportion de son quotient de pureté, mais dépend aussi de la proportion qui existe entre les non-sucres inorganiques et organiques, comme cela résulte des exemples suivants :

	QUOTIENT DE PURETÉ			PROPORTION entre les matières inorganiques et organiques			Rendement en sucre.
	Avant l'osmose.	Après l'osmose.	Eaux d'exosmose.	Avant l'osmose.	Après l'osmose.	Eaux d'exosmose.	
1	62.9	72.5	30.0	2.32	3.30	1.57	10.7
2	60.1	72.6	34.4	1.84	2.87	—	16.5
3	65.0	75.8	32.3	2.54	4.40	—	2.2
4	66.1	76.8	32.8	2.68	4.84	—	2.0
5	64.0	78.6	37.5	2.38	5.90	1.14	1.2
6	63.5	71.2	28.2	1.72	2.47	1.90	17.1

On peut conclure aussi de ces essais que l'action de l'osmose est d'autant plus puissante, que la mélasse a déjà perdu plus de sucre par la cristallisation ordinaire.

(Kukla a omis de constater dans ses travaux la concentration de la mélasse osmosée, dont l'influence sur le rendement en sucre ne peut être négligée. F. S.)

Il paraît, en outre, résulter de ces essais qu'une mélasse osmosée, dans laquelle il y a près de six fois autant de matières organiques que de sels, ne donne plus de sucre par cristallisation.

(Il est bon cependant de ne pas trop généraliser les résultats d'un si petit nombre d'essais. De plus, il faut observer que la quantité de matières organiques a été déterminée par une méthode qui donne des résultats inexacts ; on aurait dû déterminer au moins l'eau dans ces mélasses. F. S.)

Les effets funestes des matières organiques dans l'osmose des mélasses démontre, une fois de plus, la nécessité d'apporter dans le travail de la saturation tous les soins possibles.

(*) B. Z. VII, p. 263 et Z. 33, p. 889.

III. Karlik (*) a essayé d'améliorer le travail de l'osmose.

Comme l'effet de la diffusion est d'autant plus grand que les cossettes sont plus minces, on pourrait croire que l'effet de l'osmose sera d'autant plus grand que les couches du liquide sont moins épaisses. Pour cette raison, Karlik a essayé de placer dans les cadres de l'osmogène, dont l'épaisseur était de 15 millimètres, des planches d'une épaisseur de 7 millimètres, de sorte que le liquide des deux côtés de la planche n'avait plus qu'une épaisseur de 4 millimètres.

Le résultat obtenu a été contraire à son attente : le quotient de pureté de la mélasse osmosée diminuait, au lieu d'augmenter. La raison en est que, par suite de la diminution du volume de l'osmogène, le passage de la mélasse était plus rapide et, par suite, l'action de l'osmose moins énergique.

Nous pouvons conclure, d'après Karlik :

1° Que le rendement d'un osmogène dépend du nombre de ses cadres et non pas de leur épaisseur ;

2° Que l'action d'un osmogène est en raison de la surface du papier de parchemin ;

3° Que l'emploi de grandes quantités d'eau est nuisible, parce qu'elles accélèrent la marche de l'osmose.

Malgré que dans tous les osmogènes l'épaisseur des compartiments destinés à l'eau et à la mélasse est la même, la mélasse occupera néanmoins un volume plus grand que l'eau, parce qu'elle gonfle le parchemin à cause de sa densité plus grande. On peut éviter cet inconvénient en faisant arriver l'eau sous une petite pression. Mais si cette pression devient trop forte, c'est le contraire qui aura lieu.

L'expérience a démontré que le travail de l'osmose se fait dans les meilleures conditions quand on emploie quatre fois autant d'eau que de mélasse, et qu'il n'y a pas d'avantage à osmoser des sirops d'un quotient de pureté élevé.

On a observé qu'après chaque osmose, et après avoir fait cristalliser tout le sucre, le quotient de la mélasse reste toujours un peu plus haut qu'avant l'osmose. Ce phénomène s'explique par la présence des matières colloïdes qui ne peuvent être enlevées par l'osmose.

D'après Karlik, l'avantage d'une troisième osmose est fort douteux, quand les deux premières ont été faites avec soin.

On peut reconnaître la bonne qualité d'un papier de parchemin, en le plongeant dans une solution concentrée de potasse caustique. Le papier est d'autant meilleur qu'il résistera plus longtemps à l'action de cet alcali.

Le papier double n'offre pas d'avantage sérieux ; il se conserve plus longtemps, mais il ralentit le procès de l'osmose. On a proposé aussi, dans le dernier temps, d'entourer le papier d'osmose d'un deuxième papier servant à empêcher l'obstruction des pores du papier de parchemin par des dépôts (de sels de chaux et d'alumine) ; mais ce papier n'a pas donné de bons résultats, parce qu'alors la couche du papier devenait trop forte et que l'intervalle entre les deux papiers se remplissait parfois de bulles d'air ou de liquide immobile. Le papier d'osmose doit être solide, mais aussi mince que possible.

La plus grande dépense dans le travail de l'osmose se fait pour le combus-

(*) B. Z. VII, p. 74 et 151.

tible ; c'est donc là surtout le point où il faut tâcher de faire des économies. Ainsi on peut utiliser la chaleur des eaux d'exosmose (74° C.) à réchauffer l'eau qui sert à l'osmose ; on peut employer dans ce but les calorisateurs des diffuseurs qui sont sans usage après la campagne. La mélasse osmosée peut être évaporée dans le triple effet. On peut aussi intercaler un condenseur entre le dernier corps du triple effet et la pompe à air, pour réchauffer les eaux d'osmose.

J. Sukup et A. Wagner (*) (*Napagedl-Moravie*) ont imaginé de placer au-dessus du papier de parchemin un deuxième tissu qu'ils appellent tissu de déchargement. — Le but de cette disposition est de rendre étanche les cadres de l'osmogène, ce qui aurait les avantages suivants :

- a) D'empêcher que les cadres soient trop comprimés ;
- b) De rendre plus régulière la marche de la mélasse dans les osmogènes, qui ne se fait jamais de la manière voulue dans les autres systèmes ;
- c) De protéger le papier de parchemin qui ne peut se déchirer, lors de la vidange ou du remplissage de l'osmogène.

Des essais faits par A. Wagner (dont nous ne reproduisons pas ici les détails) ont démontré la supériorité de cette disposition.

★ **Kucera et Ch. Heller (**)** publient un tableau qui, avec les conditions ordinaires du travail d'osmose, indique immédiatement les pertes en mélasses et en sucre qui résultent du travail d'un poids donné de mélasse.

Le tableau qui n'est pas reproduit ici est calculé comme suit : on a constaté, par exemple, que le volume de la mélasse introduite était au volume des eaux d'exosmose comme 1 : 4. La mélasse travaillée avait 42° B. (77°,7 saccharomètre — 1400 poids spécifique).

Le quotient des eaux était de 30 avec un Balling de 5. (1,5 p. c. de sucre). Pour ces données, la perte calculée en poids de mélasse s'établit ainsi :

Pour 100 hectares mélasse = 14,000 kilogrammes, on a 400 hectolitres = 40,800 kilogrammes eaux d'exosmose (5° Balling = 1020 densité).

Ces 40,800 kilogrammes contenant d'après l'analyse 1,5 p. c. sucre, soit pour 14,000 kilogrammes de mélasse 612 kilogrammes sucre ($408 : X = 100 : 1.5$). De là on tire :

Sucre perdu p. c. kilogrammes de mélasse travaillée : $140 : 6.12 = 100 : X = 4.37$ p. c.

★ L'osmogène de **Selwig et Lange** (*Braunschweig*) (***) présente les dispositions spéciales suivantes :

La garniture de ficelle des cadres est remplacée par des spirales en fil de cuivre jaune (fig. 187).

Le renversement des courants s'effectue par la manœuvre d'un seul robinet.

Le perfectionnement le plus important consiste dans l'application des doubles

(*) O. XXI, p. 421.

(**) S. B. 11, n° 9.

(***) S. B. 11, n° 10 et O. 20, p. 418.

canaux rétrogrades qui se trouvent dans les cadres, et qui ont pour mission de conduire l'eau et la mélasse de l'avant à l'arrière de l'appareil, de façon que

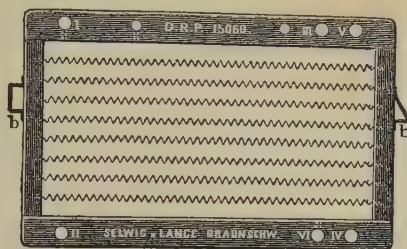


Fig. 187.

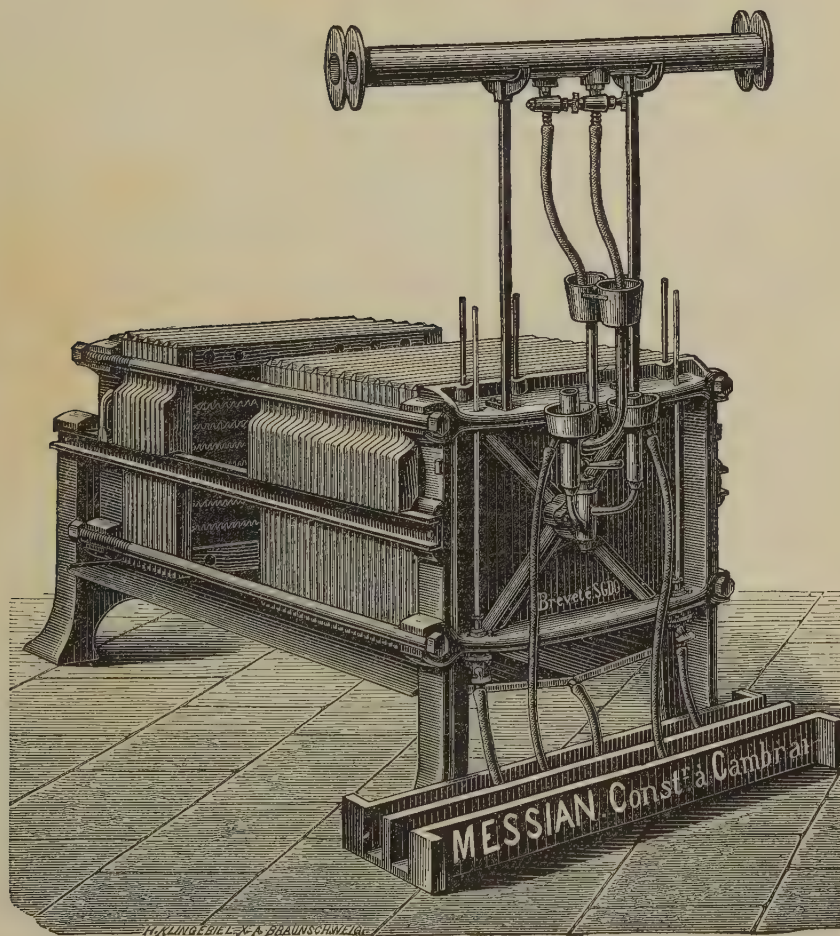


Fig. 188.

les liquides se répandent dans les canaux de distribution de l'arrière à l'avant. Par cette disposition, la circulation serait régulière et uniforme, le liquide

parcourant un chemin de même longueur quel que soit le cadre que l'on envisage. Le dernier cadre fonctionnerait aussi avantageusement que le premier ; dans ce cas, et comme avantage, il y aurait un débit plus considérable de l'appareil, une osmose plus parfaite et une dépense de papier beaucoup moindre par suite de son usure uniforme. L'osmogène Selwig et Lange est représenté par la figure 188.

★ **Bohumil Cerych** (*) adapte à l'éprouvette de sortie des eaux d'exosmose un ajustage mobile permettant de faire varier la hauteur de sortie des eaux, de façon que la pression dans les cadres à eaux soit supérieure à la pression dans les cadres à mélasse, ce qui procurerait les avantages suivants :

Économie de 60 à 80 % de l'eau employée ; densité des eaux égale à 8 à 12 Balling avec une pureté de 25 à 30.

Les frais de concentration des eaux sont donc très réduits.

Si un papier se troue, la perte n'est plus possible, car c'est alors l'eau qui entre dans la mélasse, et on s'en aperçoit tout de suite à l'inspection des aréomètres.

★ La figure 189 représente l'osmogène **Dehne** qui, le premier, a obtenu le changement ou l'intervention des courants par la manœuvre d'un seul robinet ; a disposé les cadres de la même façon que dans un filtre-pressé, au point de vue de la manœuvre et de la pose du papier parchemin ; a opéré le serrage de l'osmogène au moyen d'une seule vis centrale à volant ; a établi des niveaux pour les cadres à mélasse et à eau de façon à surveiller les liquides à l'intérieur de l'appareil.

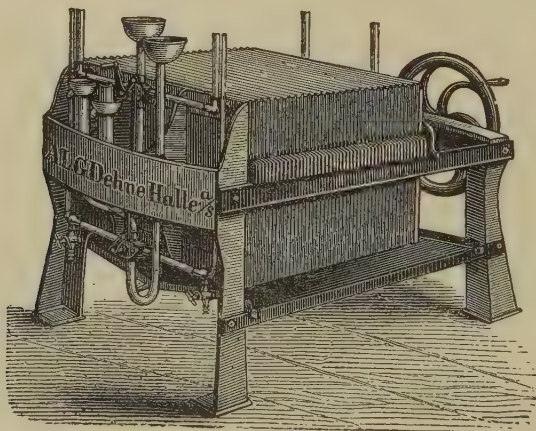


Fig. 189.

★ L'osmogène de **Talma**, directeur de la sucrerie du *Quesnoy (France)*, est un osmogène tournant : l'introduction et la sortie des liquides s'effectuent sur les deux faces simultanément.

Pendant l'osmose, la mélasse introduite, par exemple, en bas, à gauche d'un cadre et sortant en haut, à droite, traverse le cadre suivant une diagonale.

(*) S. B. 44, n° 15.

nale. Il s'ensuit que le papier est presque usé aux extrémités de cette diagonale alors qu'il l'est très peu en haut, à gauche, et en bas, à droite.

Dans l'osmogène **Talma**, la rotation s'effectue de telle sorte que la mélasse, introduite alors dans un cadre, suit précisément la diagonale qui relie les extrémités qui n'étaient pas utilisées dans la position primitive. La figure 190 indique suffisamment de quelle façon s'effectue cette rotation.

En pratique, on peut travailler 24 heures dans une première position, puis 24 heures dans une deuxième position, après avoir effectué la rotation ; 24 heures après, on revient à la première position par une nouvelle rotation, et ainsi de suite.

L'usure du papier serait ainsi régulière, et il en résulterait une grande économie.

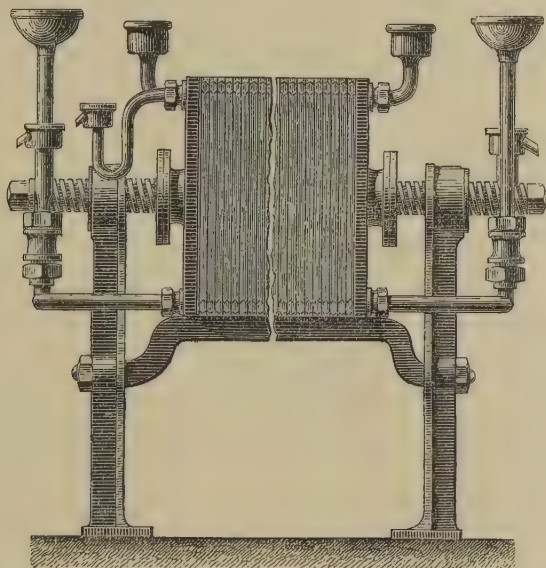


Fig. 190.

★ **F. Findejs** a publié une excellente brochure traitant spécialement de la pratique complète de l'osmose au moyen de l'osmogène de **Märky Bromovsky et Schulz, de Prague** (*).

Cet osmogène se compose essentiellement d'un bâti fixe en fer, d'un sommier fixe A et d'un sommier mobile B, de 53 cadres en bois et de huit boulons de serrage (fig. 191 et 192).

Dans le sommier A se trouvent des conduites *a, b, c, d*, disposées en diagonales (fig. 191).

Chaque cadre porte 4 ouvertures ovales, 1 et 2 en haut à droite ; 3 et 4 en bas à gauche (fig. 193-196). Comme disposition particulière, l'appareil présente aussi l'introduction et l'évacuation des liquides au moyen d'une *cuvette distributrice* dite de renversement. Cette cuvette (fig. 197 et 198) a deux ouver-

(*) S. I. 21, n^{os} 13 et 14.

tures d'entrée $A\beta$ et deux ouvertures de sortie $\gamma\delta$, qui débouchent dans les canaux a, b, c, d , partant du centre du sommier A.

La cuvette peut occuper deux positions : 1° α et β correspondent à a et c ; γ et δ correspondent à b et d ; 2° rotation de la cuvette de 180° ; alors α et β correspondent à b et d , et γ et δ , à c et a . Dans le premier cas, l'eau entre par α , pénètre dans a , de là dans les cadres et sort finalement par δ .

La mélasse entre par β , passe dans les cadres et sort par γ .

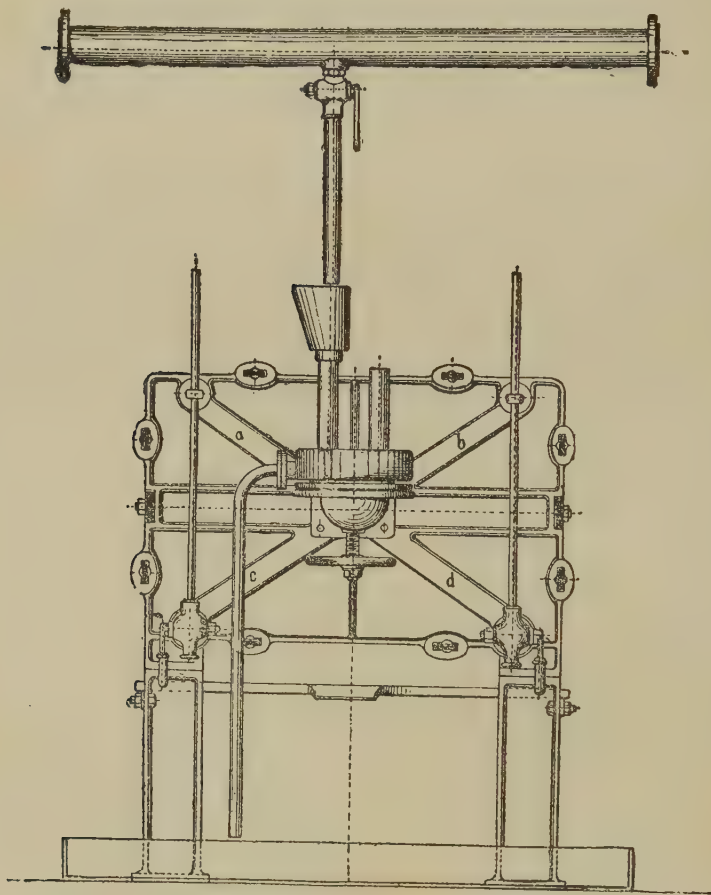


Fig. 191.

Dans le deuxième cas, la rotation de la cuvette de 180° change les courants : l'eau entre par β , suit b , revient par c et sort par γ . La mélasse entre par α , suit d , revient par a et sort par δ .

L'osmogène, en dehors de ces particularités, présente tous les perfectionnements apportés à ces appareils dans ces dernières années.

Pour la conduite de l'osmose, les analyses, les calculs de rendement, la mise en marche détaillée, nous renvoyons à la S. I. 21, nos 13 et 14.

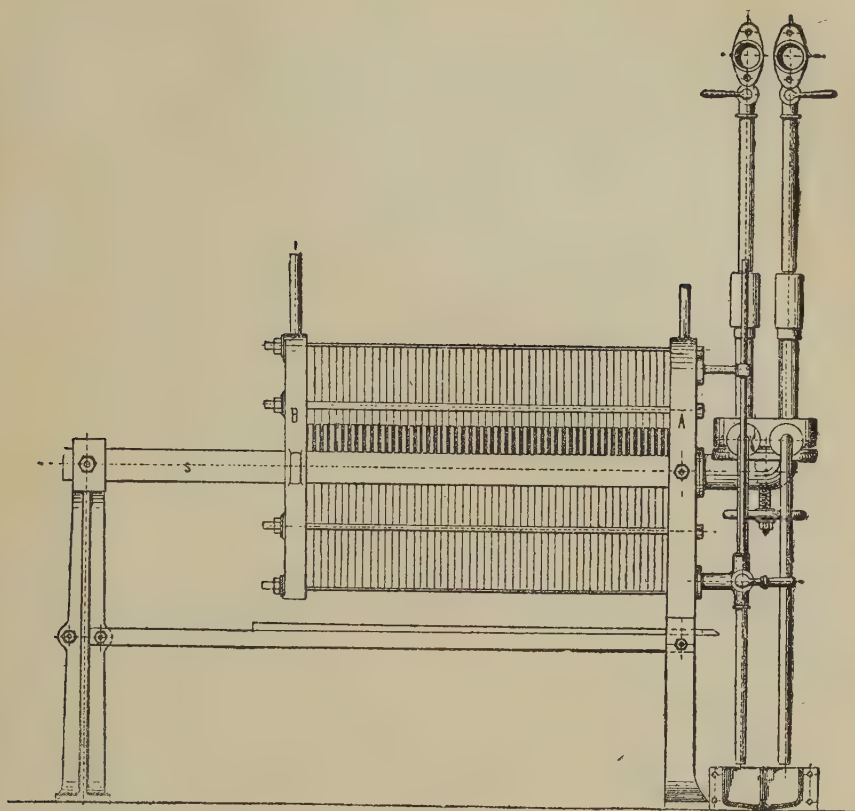


Fig. 192.

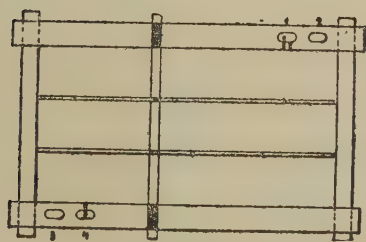


Fig. 193.

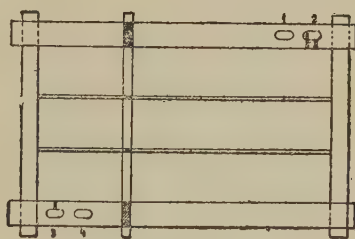


Fig. 194.

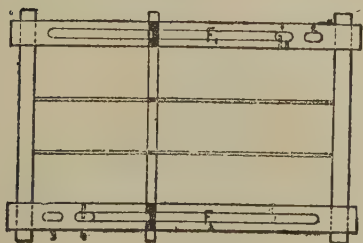


Fig. 195.

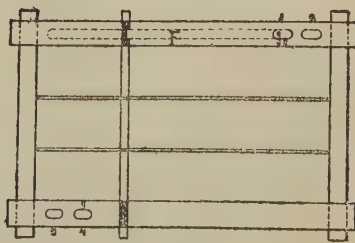


Fig. 196.

★ **Daix**, à *Saint-Quentin (France)*, construit un nouvel osmogène rationnel qui présente d'importantes modifications dans les courants des liquides (*).

D'après V. Daix, tous les osmogènes construits jusqu'à ce jour présentent deux grands inconvénients : 1° contact irrationnel de la mélasse et de l'eau ; 2° inégale répartition des produits dans les divers cadres.

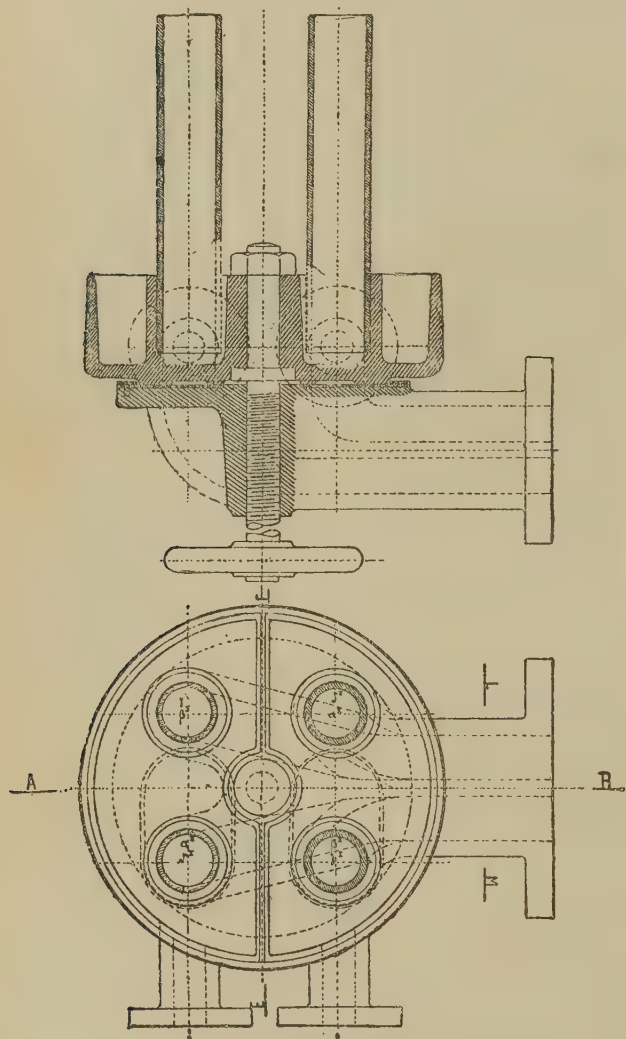


Fig. 197.

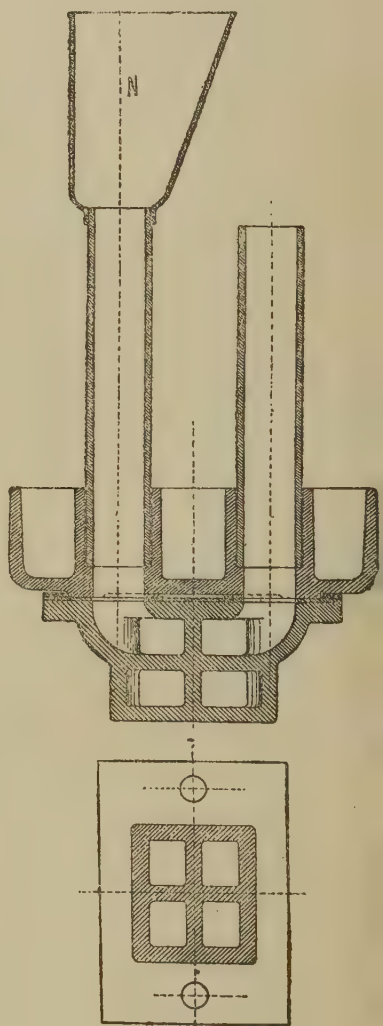


Fig. 198.

La marche habituelle des courants est représentée figure 198^{bis}. La ligne pleine représente la mélasse, la ligne hachurée l'eau. Leur largeur est représentée proportionnelle à l'avancement de l'osmose. Le cadre est supposé divisé en

(*) J. d. F. S. 25, n° 11.

trois compartiments par des cloisons horizontales. L'eau entre en *a* et sort en *d*. La mélasse entre en *m* et sort en *p*. En *a*, l'eau est pure et elle se charge de sels de plus en plus sur son parcours, comme l'indique la ligne hachurée ; au contraire, la mélasse entre en *m*, chargée de sels qu'elle perd dans son parcours.

Pour que ces courants soient rationnels, il faut que les lignes *ab*, *bc*, *cd*, soient parallèles à *po*, *on*, *nm*, et que les largeurs correspondent entre elles ;

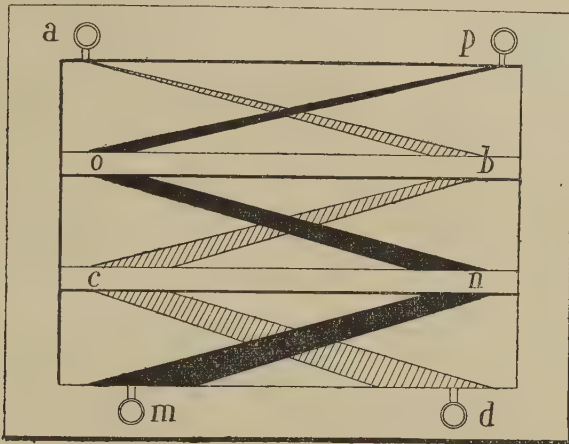


Fig. 198bis.

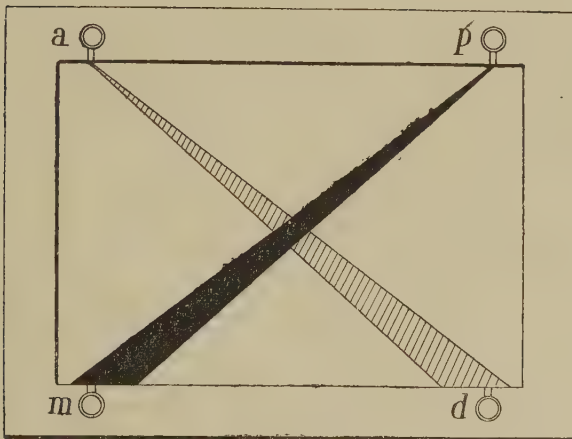


Fig. 199.

en d'autres termes, il faut que l'eau la plus pure et la mélasse la plus osmosée se trouvent en opposition et que, à mesure que l'eau se charge de sels, elle rencontre de la mélasse de plus en plus saline. A la sortie, l'eau devrait rencontrer la mélasse d'entrée. La figure 198^{bis} montre qu'il n'en est pas ainsi dans les osmogènes ordinaires à traverses horizontales. Dans les cadres sans traverses tels qu'on les construit maintenant et à tort, suivant *Daix*, le parcours n'est pas plus logique (fig. 199).

Pour remédier à ces défauts, *Daix* place la sortie de la mélasse osmosée *p* tout à côté de l'entrée de l'eau *a*, et l'entrée de la mélasse *m*, à côté de la sortie de l'eau *d*. De cette façon, les courants rationnels indiqués précédemment se produisent forcément (fig. 200). Comme on le voit, les lignes qui représentent les courants sont parallèles et leurs largeurs proportionnelles.

Un autre inconvénient des osmogènes ordinaires, c'est que la surface totale des ouvertures d'introduction ou de sortie des cadres est beaucoup supérieure à la surface du tuyau principal d'arrivée ou de sortie des liquides. La répartition dans les différents cadres ne se fait pas régulièrement de ce chef.

Dans le nouvel osmogène, cette répartition est régularisée par la variation des diamètres des petits tubes répartiteurs ; ainsi dans un osmogène de

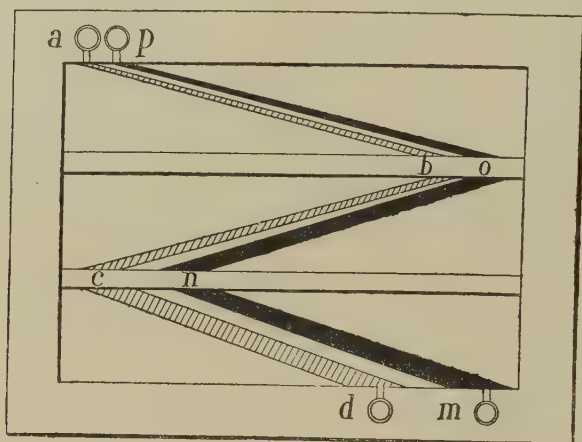


Fig. 200.

51 cadres, 17 cadres ont des tubes de 5^{mm} ; les 17 suivants, des tubes de 6^{mm}, et les 17 derniers, des tubes de 7^{mm}.

De plus, l'alimentation de l'osmogène ne se fait plus par un seul conduit général, mais bien par 3 canaux parallèles très rapprochés. Le premier alimente les 17 premiers cadres ; le 2^{me}, les 17 suivants, et le 3^{me}, les 17 derniers.

En dehors de ces dispositions, le nouvel appareil présente tous les perfectionnements connus tels que changement des courants par un robinet, niveaux, serrage facile, nettoyage rapide des conduits, etc. (fig. 201).

★ **J. Dejmek et F. Weyr** (*), à Meziritz [Bohême], ont pris la peine de demander un brevet pour une nouvelle méthode de conduite de l'osmose basée sur un fait remarqué par eux : qu'une mélasse impure à faible quotient de pureté s'osmose moins avantageusement qu'une mélasse plus pure à fort quotient de pureté (!!!.....) Partant de ce principe, les inventeurs, lorsqu'ils se trouvent en présence d'une mélasse impure, y ajoutent préalablement de l'égout de 1^{er} jet suffisamment pour relever le quotient de pureté notablement et

(*) S. I. 22, n° 20.

osmosent ensuite. Comme résultat, ils obtiennent une augmentation de pureté de 3,50 en moyenne avec une perte en mélasse de 7,75.

Ces chiffres considérés par les auteurs comme surprenants, le sont bien certainement.... pour les lecteurs.

B. Smola (*), de la sucrerie de Mésiritz, donne aussi quelques résultats obtenus avec cette *méthode rationnelle* d'osmose !

J. Keyr (**) (à Vrbatek, Moravie) a modifié la construction de l'osmogène.

Dans l'osmogène ordinaire, le procédé de l'osmose se fait de la même manière dans chaque cadre. Cela n'est pas logique.

Il vaudrait beaucoup mieux réunir tous les cadres, comme cela a lieu

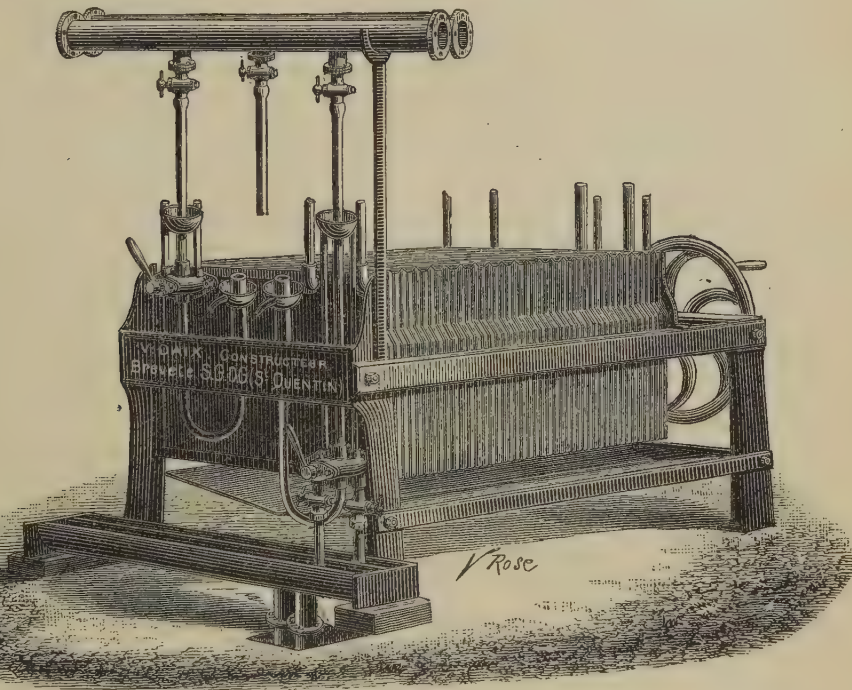


Fig. 201.

pour la diffusion, en une batterie, ou plutôt en deux batteries, l'une pour la mélasse et l'autre pour l'eau, qui devraient être arrangées en sens inverse, de manière que les cadres destinés pour l'eau et ceux pour la mélasse se suivent alternativement. Si nous représentons par I, II, III, etc. les cadres de la batterie pour la mélasse et par 1, 2, 3, etc. ceux pour l'eau, nous pourrions figurer la disposition de l'osmogène comme il devrait être, par la formule suivante (fig. 202).

(*) J. d. F. S. 25, n° 6.

(**) B. Z. VII, p. 239.

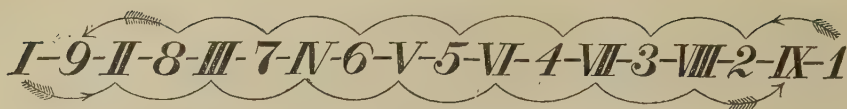


Fig. 202.

Alors que la disposition des osmogènes actuels peut être représentée par cette formule-ci (fig. 203) :

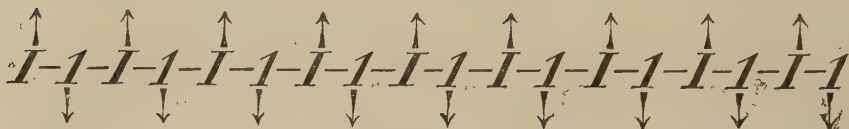


Fig. 203.

Keyr a construit un osmogène qui répond à ces conditions :

Les cadres y sont arrangés par groupes de quatre (fig. 204). De plus, il y a un cadre antérieur pour l'entrée de la mélasse et un cadre postérieur pour l'entrée de l'eau.

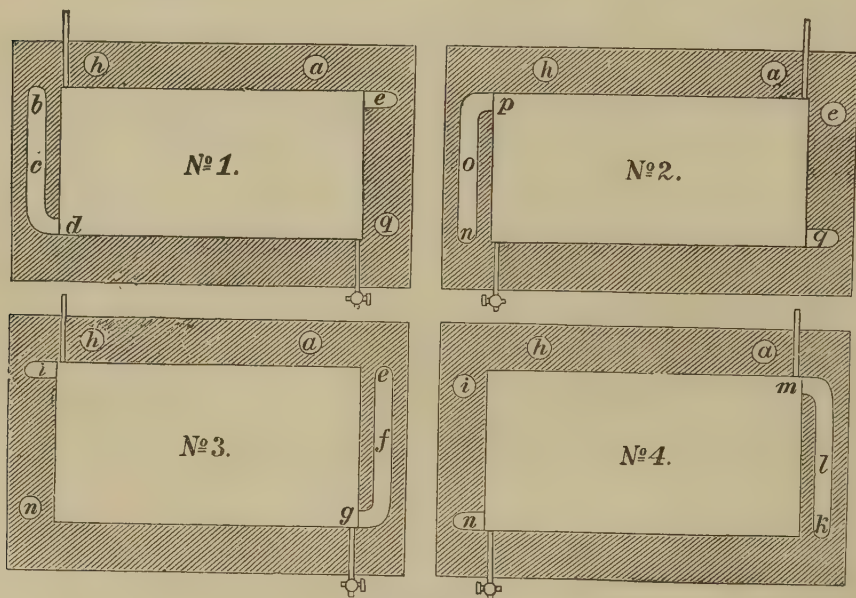


Fig. 204.

La mélasse, après avoir passé par le cadre d'entrée (de bas en haut), sort par l'ouverture *b* et descend par le canal *c*, pour entrer en *d*, dans le cadre du premier groupe n° 1. De là elle remonte à travers ce cadre et passe par l'ouverture *e* dans le cadre n° 3. Puis elle descend par *b*, pour entrer en *g* dans le cadre n° 3, qu'elle traverse à son tour, pour passer dans le cadre n° 1 du groupe suivant, etc. Quand elle a traversé le cadre n° 3 du dernier groupe, elle sort par le canal

h qui traverse tout l'osmogène, et revient à la partie antérieure de l'appareil.

L'eau a une marche inverse. Elle traverse d'abord tout l'osmogène par le canal *a* et passe dans le dernier cadre de haut en bas pour arriver dans l'ouverture *k*. De là elle entre dans le cadre n° 4 du dernier groupe, remonte par *l* et entre par *m* dans ce cadre qu'elle traverse de haut en bas. Puis elle pénètre par *n* dans le cadre n° 2 du dernier groupe, remonte par *o* et entre par *p* dans ce cadre qu'elle traverse de haut en bas pour sortir par *q* dans le cadre n° 4 du groupe précédent, etc. Finalement elle sort par l'ouverture *q* du cadre n° 2 du premier groupe. Il y a, de plus, dans chaque cadre un petit canal pour la sortie de l'air et un robinet de vidange avec canal correspondant.

D'après l'inventeur, cette construction offre plusieurs avantages vis-à-vis de l'osmogène construit par Dehne.

1° L'appareil de Keyr travaille plus de mélasse que celui de Dehne, quand on veut arriver à améliorer son quotient de pureté de la même quantité dans les deux cas.

Sous cette condition, on a travaillé en 24 heures :

a)	Avec un appareil de Dehne de 54 cadres	. .	1,285 kil. de mélasse.
b)	— de Keyr de 54 —	. .	1,405 —
c)	— — 86 —	. .	1,829 —
d)	— — 102 —	. .	2,018 —

2° L'eau employée est moindre ; dans ces mêmes expériences, elle était :

a)	5,55 fois le poids de la mélasse.
b)	2,79 — —
c)	2,32 — —
d)	1,66 — —

3° On diminue les dépenses pour le papier parchemin, parce que le papier d'osmose n'est attaqué notablement que là où les liquides sont très dilués.

Keyr divise pour cette raison le nombre des cadres en six parties.

Ceux des trois premiers sixièmes sont couverts de papier mince peu coûteux. Ceux des deux sixièmes suivants sont couverts d'un papier qui est un peu meilleur. Enfin les cadres du dernier sixième sont couverts du fort papier parchemin double d'Eckstein. Ce dernier, malgré sa bonne qualité, doit être renouvelé une fois, pendant que les autres papiers restent. Comme le renouvellement de ce dernier papier se fait beaucoup plus rarement que d'ordinaire, on réalise une économie notable sur les dépenses.

On sait qu'il faut retourner souvent la marche de l'opération dans les osmogènes afin de nettoyer par de l'eau les surfaces du parchemin sur lesquelles les dépôts se sont formés. Dans cette opération, il faut vider d'abord tous les compartiments, puis les remplir de nouveau. Keyr a également simplifié cette opération, de manière qu'il ne faut plus vider l'appareil. (Mais alors il y a l'inconvénient que les dépôts resteront dans l'osmogène, tandis que dans le travail ordinaire, ils peuvent être enlevés par une filtration mécanique. F. S.)

Il résulte de divers essais que par suite de la résistance due au frottement, l'osmose se fait beaucoup plus lentement dans les derniers cadres que dans les premiers.

B. Kodl (*) (à *Radotin, Bohême*) a essayé d'éviter cet inconvénient, en faisant écouler la mélasse de chaque cadre par un robinet spécial.

Comme la vidange de la mélasse osmosée et de l'eau d'exosmose se fait séparément de chaque cadre, il ne faut alors disposer que deux canaux dans l'osmogène, l'un pour l'entrée de l'eau, l'autre pour l'entrée de la mélasse. De plus, on dispose dans chaque cadre un grand nombre de tiges ou de plaques, de façon à obliger les liquides à séjourner dans les cadres. La surface libre entre ces plaques est égale à 1,1 ou 1,5 fois celle de l'ouverture d'entrée, selon le frottement plus ou moins grand qu'il s'agit de vaincre. Deux tiges verticales complètent le grillage nécessaire pour l'appui des papiers.

On peut adapter cette disposition à un osmogène quelconque; comme nous le voyons dans les figures 206 à 208 :

La figure 206 représente un cadre à eau de l'osmogène, système Wanick, modifié d'après les principes de Kodl;

Les figures 207 et 208 sont des détails de cet osmogène à une échelle plus grande.

On a conservé ici les quatre canaux qui existaient déjà.

Le petit canal *k*, qui fait communiquer le canal *a* avec l'intérieur du cadre, est bouché et remplacé par un autre canal qui peut être fermé par la vis à coin *a*₁. (Dans les cadres à mélasse, il y a, au contraire, un nouveau canal et une vis à coin pour le canal *b*²). *f* est un canal pour l'évacuation de l'air (qui doit avoir un robinet quand l'osmogène est rotatif).

Les ouvertures des canaux inférieurs, tels que *a*², sont fermées par des clapets *l* en cuir, en caoutchouc, en drap ou en feutre.

Chaque cadre a un robinet supérieur *g* et un robinet inférieur *h*. Pour les cadres à eau, c'est *g* qui est fermé et *h* est ouvert; pour ceux à mélasse, le robinet *g* est ouvert et *h* fermé.

Au lieu de placer dans chaque cadre les plaques nombreuses appliquées ordinairement par Kodl, on a laissé les cordes et on n'a placé que deux petites plaques de séparation.

Le mouvement du liquide est indiqué par des flèches. (Pour les cadres à mélasse, le liquide se meut en sens inverse.)

Le papier d'osmose, en s'humectant, se distend de 20 % environ, et la différence entre le poids spécifique de la mélasse et de l'eau rend cette extension fort inégale, de sorte qu'il faut placer un tissu de cordes pour laisser un libre passage à l'eau.

Fr. Eckstein (**) (*Vienne*) atteint ce but d'une autre manière (fig. 208). L'osmogène construit par lui est vertical et peut tourner autour d'un axe horizontal. Les cadres sont placés horizontalement et ont une forme circulaire. Le premier et le dernier *B* et *B*₁ ont une hauteur beaucoup plus grande que les autres cadres *A A*. La moitié de ces derniers ont cependant aussi une hauteur plus grande que l'autre moitié, et ils sont arrangés de manière à se suivre alternativement. Les papiers sont ainsi libres de s'étendre sans pouvoir se gêner mutuellement.

(*) N. Z. X, p. 232.

(**) N. Z. XI, p. 33.

Les canaux pour la mélasse et l'eau sont évidemment disposés en sens vertical.

I. et II. Sebek (*) (*Prague*) ont imaginé une disposition qui permet de régler l'écoulement de la mélasse dans une proportion déterminée relativement à celui de l'eau (fig. 209).

Au bout du tuyau de vidange *d* est fixé un anneau métallique *c* qui forme corps avec le disque métallique *A*, dans lequel se trouve pratiquée l'ouver-

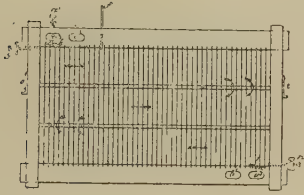


Fig. 205.

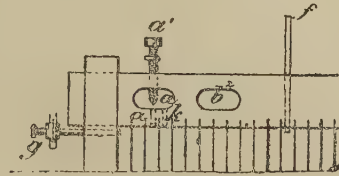


Fig. 206.

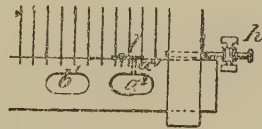


Fig. 207.

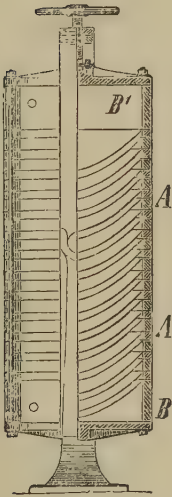


Fig. 208.

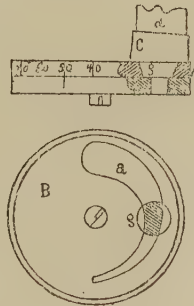


Fig. 209.

ture circulaire *g*. A ce disque se trouve vissé un deuxième disque *B* de mêmes dimensions, qui est mobile autour de son centre et dans lequel se trouve une fente *a* en forme de spirale. Comme l'ouverture *g* a une surface de 100mm^2 , on peut régler l'ouverture par laquelle s'écoule la mélasse depuis 0 jusqu'à 100mm^2 .

La grandeur de cette ouverture est indiquée par des divisions marquées sur la circonférence du disque *A*.

(*) B. Z. VII, p. 269 et Z., 33, p. 741.

Le Dr Jünemann (*) prétend avoir amélioré l'effet de l'osmose en faisant bouillir la mélasse osmosée pendant une heure avec 0,1 % de noix de galle finement pulvérisée. On laissait reposer pendant deux heures, puis on décantait $\frac{4}{5}$ de la mélasse; le reste passait par des sacs filtrants. Enfin, on évaporait et on faisait cristalliser, comme à l'ordinaire. On obtenait ainsi 19 % de sucre à 96° de polarisation, puis après une deuxième osmose (sans ajouter de nouveau des noix de galle), 16,5 %, et enfin par une troisième osmose, 15,2 % de sucre de la même polarisation.

Le travail de la mélasse par la méthode ordinaire n'avait donné que 11,1 % de sucre à 95,5° de polarisation, et puis par la deuxième et la troisième osmoses, respectivement 11,0 et 10,5 % de sucre de la même polarisation.

Le sucre obtenu par le procédé de Jünemann avait un goût légèrement amer, mais ce goût disparaissait par filtration sur du noir animal.

Pour obtenir le liquide tannique, Jünemann opérait de la manière suivante : Une partie de noix de galle pulvérisée était dissoute à chaud dans quatre parties d'eau. On faisait reposer pendant plusieurs heures; puis on décantait et on exprimait le liquide; enfin on ajoutait au liquide trouble deux parties de sel marin et on séparait par une filtration le liquide du précipité collant.

(Pour les autres inventions de Jünemann, voir chap. III, D et chap. VI, D.)

Le Dr Kohlrausch (**) a parlé, dans une assemblée de fabricants autrichiens, sur la question : Comment on peut utiliser le mieux les eaux d'exosmose.

Au commencement, on faisait évacuer ces eaux simplement dans le canal de sortie, mais l'administration a protesté, dans l'intérêt de l'hygiène, contre cette manière d'opérer. Depuis on a évaporé les eaux, et on a obtenu de bons résultats. Malheureusement, on en a abusé, et on a vendu souvent aux distillateurs des eaux d'osmose comme mélasse, malgré qu'elles ne contiennent que 25 à 38 % de sucre. On a été même jusqu'à tromper les distillateurs en mélangeant une partie d'eau d'exosmose concentrée avec trois parties de mélasse.

Les eaux d'exosmose concentrées fermentent très difficilement. *Bauer* (Kolin) a réussi à les faire fermenter plus facilement par l'addition d'acide sulfurique, et *Cunze* (Waghaüsel) avait ajouté, dans le même but, de la mélasse ordinaire.

★ **Bauer** (***), *directeur de la Sucrierie de Kolin*, utilise les eaux d'exosmose de la manière suivante : l'eau est concentrée, acidulée par l'acide sulfurique jusqu'à réaction faiblement acide, réosmosée, puis ajoutée aux mûts de mélasse ou de grains. Elle fermente ainsi parfaitement, tandis que sans ce traitement, 50 % du sucre entrent seulement en fermentation, et avec beaucoup de lenteur.

Par l'addition d'acide sulfurique, certains sels très nuisibles à la fermentation seraient éliminés par l'osmose.

★ **Hanriot** (†), *directeur de la Sucrierie de Brazey-en-Plaine (Côtes-d'Or,*

(*) O. XXI, p. 826.

(**) O. XXI, p. 581.

(***) B. A. d. C. 1, n° 8.

(†) B. A. d. C. 1, n° 12.

France), rappelle que cette méthode a déjà été appliquée en 1873 par Dubrunfaut à la distillerie de *La Tour du Pin*. On avait essayé à cette époque : 1° la fermentation des eaux d'exosmose après acidulation par l'acide sulfurique, chauffage et insuflation d'air pour chasser les gaz nitreux ; 2° envoi des eaux salées directement aux fours à potasse ; 3° concentration des eaux d'exosmose à 40°, réosmose de ces eaux, fermentation parfaite. Les eaux salées de cette réosmose étaient envoyées directement au four à potasse. Ce dernier mode de traitement a donné les meilleurs résultats généraux.

★ **F. Strohmer** (*) préconise aussi un nouveau moyen d'utilisation des eaux d'exosmose. En général, dit-il, la valeur engrais des eaux provenant de cent mille kilog. de mélasse s'élève à 1,532 francs pour une seule osmose. On les a utilisées difficilement jusqu'à ce jour. Le nouveau moyen consiste à arroser les cendres des foyers des générateurs au moment où elles sont extraites, avec l'eau d'exosmose. On évapore ainsi beaucoup d'eau, et les cendres absorbent vivement les eaux salines. Les gros morceaux se divisent même. Le mélange est suffisamment riche en acide phosphorique et potasse pour être employé couramment comme engrais, surtout dans les terres froides ou dans les terrains compacts.

On utiliserait de la même façon les eaux ou lessives épuisées de la substitution, élution, séparation, etc.

M. L. Faucher (**), *ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres, à Paris*, appelle l'attention du gouvernement français sur la quantité considérable de salpêtre que l'on trouve dans les eaux d'exosmose.

Le salpêtre, qui est indispensable pour la fabrication de la poudre à canon, se prépare jusqu'ici par l'action du chlorure de potassium sur le nitrate de soude. Le premier sel arrive de Stassfurt, en Prusse, et le second du Chili. La France est donc redevable de ces matières premières à l'étranger, ce qui pourrait devenir un véritable danger dans le cas d'une guerre maritime prolongée. Mais, en réalité, ce danger n'existe pas, puisqu'il y a pour le cas de besoin une source abondante de salpêtre dans les eaux d'exosmose.

D'après **Corenwinder**, les betteraves contiennent en moyenne 0,15 % de salpêtre qui s'accumulent dans la mélasse, de sorte que cette dernière contient environ 4 % de salpêtre, dont on retrouve au moins 3/4 dans les eaux d'exosmose. Si nous admettons que la France produit annuellement 250,000 tonnes de mélasse, celle-ci contient donc 7,500 tonnes de salpêtre, quantité plus que suffisante pour le besoin de la défense nationale.

Quand on évapore dans un triple effet les eaux d'exosmose jusqu'à 40° (mesuré à chaud), elles cristallisent abondamment, et il est facile de débarrasser par un turbinage ces sels d'exosmose de la mélasse adhérente.

(*) S. B. 11, n° 11.

(**) Voir la brochure de M. Faucher : *Note sur l'extraction de salpêtre*, 1883.

La composition des sels d'exosmose est en moyenne :

Nitrate de potasse	46 à 50 %
Chlorure de potassium	33 à 35 %
Sulfate de potasse.	2 à 4 %
Sucre et matières organiques	7 à 10 %
Matières insolubles	0-8 à 0-9 %
Eau	4 à 6 %
Total.	100

M. d'Havrincourt (*Lille*) a réussi à extraire en grand de ces sels d'exosmose du salpêtre à une teneur de 90 à 95 %.

Les sels sont introduits dans les cuiviers, où ils restent en imbibition, pendant 2 heures, avec 50 litres d'eau saturée par 100 kil. de sel. On les verse alors dans le panier de la turbine et on les essore pendant 5 minutes. Les sels ramenés au fond du panier sont imbibés à nouveau, pendant un quart d'heure, avec 30 litres d'eau saturée par 100 kil. de sels, puis turbinés pendant 5 minutes. Enfin on fait une dernière imbibition dans la turbine même pendant un quart d'heure avec la même quantité d'eau saturée, et l'on turbine 10 minutes. Les paniers des turbines sont faits en cuivre plein, avec trous de 2 millimètres de diamètre, disposé en quinconce à l'écartement constant de 25 millimètres, ou bien on peut employer les paniers ordinaires avec pourtour en treillis métalliques, en garnissant ce treillis d'une toile ordinaire suffisamment serrée.

Le procédé décrit est le meilleur en cas de besoin urgent. Il est cependant plus économique de ramener les sels d'abord à une teneur de 70 % de salpêtre, parce qu'un seul turbinage suffit alors pour rendre les sels convenables pour le raffinage. — Dans ce cas, on fond 100 kil. de sels dans une chaudière à double fond chauffée à la vapeur et l'on concentre à 38° Baumé ; il se dépose alors par le refroidissement une notable quantité de chlorure de potassium que l'on peut extraire à son tour. Le liquide est décanté et exposé à la cristallisation pendant 36 heures. Les cristaux obtenus contiennent 65 à 75 % de salpêtre, selon la composition primitive des sels d'exosmose. On les place ensuite dans des cuiviers, où ils restent en imbibition pendant trois quarts d'heure avec l'eau saturée à raison de 40 litres d'eau salpêtrée par 100 kil. de sels. Puis on turbine pendant 10 minutes. Il en résulte des cristaux à une teneur de 90 à 95 % de salpêtre. Toutes les eaux mères sont recueillies et concentrées pour en extraire par cristallisation de la même manière le chlorure de potassium et le salpêtre qui y sont restés.

Les dépenses en main-d'œuvre et en charbon peuvent être évaluées à 15 ou 16 francs par 1,000 kil. de sels d'exosmose traités.

Ils se vendent généralement à 32 ou 33 francs les 100 kil. comme engrais, en comptant le prix de l'azote de fr. 2-25 à fr. 2-50 et celui de la potasse de fr. 0-40 à fr. 0-55 suivant les cours.

Le prix du salpêtre est, au contraire, de fr. 57-50 les 100 kil. et celui du chlorure de potassium de 20 francs, d'où il résulte un bénéfice certain.

(Nous croyons cependant que les nouveaux procédés d'extraction de la mélasse vont faire diminuer considérablement les applications de l'osmose, et par suite le procédé que nous venons de décrire ne sera plus avantageux. F. S.)

★ **Le Dr A.-V. Wachtel** (*) indique un procédé pour reconnaître l'addition d'eau d'exosmose concentrée à la mélasse ordinaire :

La viscosité de la mélasse est plus grande que celle de l'eau d'exosmose. Une mélasse additionnée d'eau d'exosmose concentrée devient donc plus fluide. La différence de fluidité est assez grande.

La viscosité se détermine en faisant passer le liquide à essayer par un tube d'un diamètre convenable. Le nombre des gouttes qui tombent dans un temps déterminé est une indication précieuse. La hauteur du liquide dans le tube influence peu la vitesse de l'égouttage. Pour les mélasses et les eaux d'exosmose très concentrées, on peut employer des tubes de 4 à 5 millimètres de diamètre. Le même tube devra servir pour tous les essais. La viscosité de la mélasse augmente avec la densité, mais non pas régulièrement. La viscosité de l'eau d'exosmose varie plus régulièrement.

Il serait utile surtout d'essayer la viscosité des mélasses à 43° B et au-dessus, car c'est à cette densité que l'essai est le plus concluant.

L'auteur n'a pas encore établi de tables indiquant la relation entre la densité et la viscosité dans les eaux d'exosmose et dans les mélasses pures.

L'échelle des saccharomètres, qui servent au contrôle de l'osmose, est généralement marquée sur du papier. Mais comme il se développe parfois des vapeurs à l'intérieur de ces instruments, les marques sont vite effacées.

F. Fischer et Röwer (**) (*Stützerbach*) préfèrent graver pour cette raison l'échelle sur du verre d'émail, qui a la forme d'un tuyau et qu'on introduit dans l'aréomètre avant de le fermer.

★ Osmose calcique.

Le procédé de « l'Osmose calcique de **Dubrunfaut** » tel qu'il avait été conçu primitivement et tel qu'il a été appliqué à la sucrerie de *Courcelle* (France), n'a pu résister à la pratique. Nous rappellerons le principe du procédé :

L'égout de premier jet était additionné de chaux en quantité convenable, bien mélangé, puis envoyé à l'osmose. Le sirop osmosé était ensuite refroidi, puis additionné aux jus de betteraves dans une certaine proportion. La carbonatation se faisait à froid. Le reste du travail ne différait pas du travail ordinaire. Il fallait employer assez bien de noir. L'effet était le suivant : Formation dans le sirop à osmoser de sucrate de chaux moins diffusible que le sucre ; formation au moment de l'osmose de sels organiques de chaux et diffusion de la potasse et de la soude mis en liberté ; précipitation des sels organiques de chaux par la carbonatation et élimination de ce qui pouvait rester par le noir. Dubrunfaut supposait pouvoir ainsi opérer la rentrée indéfinie des égouts de premier jet de façon à ne plus faire que du blanc n° 3.

Les inconvénients pratiques étaient les suivants : Sirops troubles par suite de l'impureté de la chaux, de sa combinaison difficile avec le sucre dans des sirops concentrés et de la décomposition des carbonates alcalins formant du carbonate de chaux.

(*) S. I. 22, n° 21.

(**) N. Z. X, p. 259.

Ralentissement complet de l'osmose pour ce motif ainsi que par la double décomposition des sels organiques pendant l'osmose ; par suite, osmose impraticable industriellement.

De nouveaux essais ont permis de substituer à la chaux le chlorure de calcium, qui ne présente pas les inconvénients précédents. En effet, il n'amène pas de substances insolubles, et est lui-même complètement soluble. Il produit aussi la double décomposition avec les carbonates alcalins, mais on peut ici pratiquer une clarification par le sang, ce qui n'était pas possible avec la chaux. L'osmose est un peu ralenti par suite de la double décomposition des sels organiques dans l'osmogène. Il faut changer les parchemins tous les trois jours. La perte en sucre est un peu plus forte qu'avec la chaux, car il n'y a pas formation de sucrate de chaux peu diffusible ; par contre, il se forme des chlorures alcalins bien plus diffusibles que la soude et la potasse caustique.

J. Cuisinier rend compte de l'osmose par le chlorure de calcium tel qu'il est pratiqué à la sucrerie de **Frameries (Belgique)** (*).

L'égout de 1^{er} jet est additionné de 1 1/2 à 2 % de chlorure à 25° B_e en moyenne. On mélange et on laisse reposer 1/4 d'heure. Il y a formation de carbonate de chaux par suite des carbonates alcalins. On clarifie au sang, on réchauffe et on envoie à l'osmogène. Température de la mélasse : 100° c. ; de l'eau : 70° c. ; 15 à 18 d'eau pour 1 d'égout ; débit d'un osmogène à 50 cadres de 1,000 kilogrammes par 24 heures ; durée des parchemins : 3 jours. Densité du sirop osmosé : 10° B_e chaud.

Il y a augmentation de 4,5 de quotient salin ; les eaux d'exosmose ont 1,15.

Le sirop osmosé est refroidi, additionné de chaux et envoyé à la carbonatation, dans la proportion de 2,5 h. d'égout osmosé pour 20 h. de jus de betteraves.

La carbonatation se fait à la température la plus basse possible. Il faut donc éviter les émousseurs à vapeur. Décantation et filtration comme d'habitude ; épuisement des écumes par filtres-presses à épuisements et non par malaxeur, ce qui serait nuisible dans le présent cas en faisant rentrer des sels de chaux en solution. La filtration s'effectue sur 4 à 5 % de noir du poids du jus ; augmentation du quotient salin de l'entrée à la carbonatation du mélange à la sortie des filtres à jus concentrés = 1,1.

Après une semaine de rentrée des sirops, le grain se forme plus difficilement dans l'appareil à cuire et le volume du sirop en roulement a un peu augmenté. On liquide alors et on cuit environ 75 hectolitres d'égouts en seconds.

Rendement en 1^{er} jet par hectolitre de masse cuite = 80 kil. au titrage de 90,91°.

Le rendement en 1^{er} jet est équivalent à celui des 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e jets du travail courant.

Pour une bonne application de l'osmose calcique, il faut surtout une forte batterie d'osmogènes, des filtres-presses à épuisement, une forte carbonatation, une très forte cuite. La quantité de chaux, le noir, la production journalière en travail sont restés les mêmes. Le quotient salin des sirops osmosés par l'osmose calcique est beaucoup plus élevé pour une même perte en sucre. Le rendement sucre % de masse cuite ne change pas. — Le rendement total sucre égale le rendement du travail ordinaire avec 4 osmoses successives. On

(*) S. I. 21, n° 9.

réalise les produits immédiatement et on supprime tout travail après la campagne ainsi que les $\frac{3}{4}$ des emplies.

De Puydt, à *Bruxelles* (*), a aussi publié un compte rendu de l'osmose calcique pratiqué à la sucrerie de Frameries. Il fait remarquer que la différence de quotient salin entre le sirop à osmoser et le sirop osmosé n'indique pas l'épuration réelle du liquide, car la carbonatation doit encore précipiter les sels de chaux organiques qui se sont formés.

La masse cuite du travail avec osmose calcique était sensiblement aussi pure que celle provenant des jus de betteraves seulement.

Dans la carbonatation à froid, le point final est assez délicat à saisir, mais non pas difficile ni compliqué. L'épaississement qui se produit et qui est dû probablement à la solubilité du carbonate et du bicarbonate de chaux dans le sucrate de chaux est utilisé pour déterminer la fin de l'opération.

Pour cela, on prélève un échantillon du liquide arrivé à l'épaississement dans une cuiller et on chauffe rapidement sur un bec Bunzen. Si l'épaississement disparaît et si le carbonate de chaux formé se sépare immédiatement, la carbonatation est terminée. Si le point final n'est pas atteint, l'épaississement s'accroît encore au lieu de disparaître.

J. Cuisinier (**) a publié encore un compte détaillé de l'osmose calcique pratiquée à la sucrerie de M. **A. Bernot**, à *Ham (Somme, France)*; en voici un court résumé :

Conditions de l'osmose calcique : Betteraves altérées, carbonatation chaude au lieu de carbonatation froide, par suite de l'absence de réfrigérant de sirop osmosé ; cuite trop rapide nécessitée par un appareil à cuire très petit.

Betteraves travaillées 907,000 kilos — sucre produit, blanc n° 3 % betteraves = 5,96 sucre roux bas produits 1,13 — sucre total 7,09 — produit argent total 36,530-76. Dépenses totales 1,732 — reste net 34,798-76, soit 38-36 par 1,000 kilogrammes de betteraves avec le cours du sucre à 55.

J. Cuisinier estime que le travail avec l'osmose ordinaire aurait produit dans les mêmes conditions 32,548-03, soit comme bénéfice sur 907,000 kilogrammes betteraves : 2,250-73 produits par l'osmose calcique, soit encore 2,48 pour 1,000 kilogrammes de betteraves, et cela dans des conditions de travail très inférieures.

G. Dureau (***) décrit la nouvelle transformation de l'osmose calcique et le travail tel qu'il est pratiqué chez M. **A. Gouvion**, à *Haussy (France)*.

Le chlorure de calcium est remplacé par le chlorure d'ammonium. On en ajoute 1 kilogramme par 100 kilogrammes d'égouts de 1^{ers} jets, on chauffe à l'ébullition et on coule aux osmogènes. On emploie 12 d'eau pour 1 de sirop pour l'osmose. On osmose à 11° B^e. Le quotient salin des sirops osmosés atteint 14°. Tous les huit jours, on liquide le travail et on cuit en 2^{es} jets les égouts de la dernière masse cuite.

A. Gouvion (†) complète la description de **G. Dureau** par les quelques renseignements suivants : L'osmose calcique donne un rendement supérieur de 1,75 en blanc n° 3 1^{ers} jets par hectolitre de jus.

(*) S. B. 11, n° 11.

(**) J. d. F. S. 25, n° 10.

(***) J. d. F. S. 24, n° 46.

(†) J. d. F. S. 24, n° 47 et D. Z. J. IX, n° 2.

La moyenne de la campagne donnera pour l'osmose une perte en sucre de 0-25 à 0-35 par hectolitre de jus. Une seule osmose ordinaire donne de 0-15 à 0-18 de perte. La concentration des eaux d'exosmose, qui sont très diluées, ne paraît pas économique en cours de fabrication. L'addition du sirop osmosé aux jus de betteraves n'élevant la température de ceux-ci que de 3 à 5° C., la réfrigération n'est pas nécessaire. — Si l'on effectue la réfrigération, il faut employer huit m. q. de surface pour 1,500 hectolitres de jus. 7 osmogènes de 100 à 110 cadres sont nécessaires pour 1,500 hectolitres. Le titrage des bas produits de liquidation est très élevé.

II. Tardieu (*) rend compte également du travail de l'osmose calcique à la sucrerie de Haussy et mentionne les mêmes résultats qui viennent d'être signalés.

★ **Keyr-Mélichar** (**) préconise une méthode de travail par l'osmose qui supprimerait complètement les bas produits. Voici en quoi elle consiste : on traite les jus de betterave comme à l'ordinaire. L'égout de la masse cuite 1^{er} jet est osmosé assez profondément pour que son quotient de pureté soit égal à celui du jus de la betterave. Ce sirop osmosé est ensuite additionné de chaux dans un bac muni d'agitateurs, agité et chauffé à 90° c. Il se dégage de l'ammoniaque provenant de la décomposition des matières organiques. Le mélange est ensuite ajouté aux jus de betterave qui vont à la première carbonatation, dans une certaine proportion. Le reste du travail comme d'ordinaire.

Les eaux d'exosmose sont concentrées à 85° Brix et conservées en citernes. Après la campagne, on les osmose et on obtient : 1° du sirop qui, concentré à 40° B^e, offre la même composition que la mélasse ordinaire ; 2° de l'eau d'exosmose qui, concentrée, laisse cristalliser des sels.

La sucrerie de **Vrbatek** (*Moravie*) a travaillé ainsi dix millions de kilogrammes de betteraves avec la simple carbonatation et les résultats ont été très satisfaisants. Le sucre produit avait 89,5 de rendement et marquait 17,0 au colorimètre de Stammer. Près de 200 personnes, paraît-il, ont visité le travail à Vrbatek.

B. ÉLUTION ET PRÉCIPITATION.

A. Procédé Scheibler-Seyferth.

C'est en 1865 que le **D^r Scheibler**, auquel l'industrie sucrière doit tant de travaux importants, a appliqué pour la première fois le procédé de l'élution dans les fabriques de Bredow et de Bahrendorf. (Nous ne parlerons pas des essais de peu d'importance faits avant Scheibler dans cette voie.) Mais le procédé de l'élution n'est devenu réellement pratique qu'en 1872, après une modification de ce procédé par le **D^r Seyferth**, et puis après son application dans la fabrique de Wasserleben faite par le **D^r Bodenbender** en 1876.

Décrivons en quelques mots ce procédé tel qu'il a été appliqué dans cette dernière fabrique.

(*) S. I. 23, n° 2.

(**) J. d. F. S. 24, n° 41 et D. Z. J. IX, n° 8.

La mélasse concentrée à 43° Baumé est mélangée avec de la chaux vive, qui a été réduite préalablement en poudre fine. (Il faut un atome de sucre pour trois ou quatre atomes de chaux, ou, en pratique, 25 kilogrammes de chaux vive sur 100 kilogrammes de mélasse.)

Cette opération s'opère au moyen de meules semblables à celles des huileries. Le mélange, après avoir été versé dans des caisses, s'échauffe au bout de peu de temps jusqu'à 126° centigrades en augmentant considérablement de volume, et en formant après refroidissement une masse ressemblant assez bien à de la pierre ponce. Cette masse, qui est un sucrate de chaux impur (mélasse de chaux!), est réduite en morceaux de un à deux centimètres, de manière à former le moins de poussière possible.

Puis ces morceaux sont introduits dans des vases cylindriques appelés éluteurs, et dont la forme ressemble à celle des diffuseurs. (Hauteur 1^m,88, diamètre 2^m,75.)

Le sucrate impur est épuisé dans ces éluteurs au moyen d'alcool à 65°, puis lavé avec de l'alcool à 28°. Le lavage est terminé au bout de quatre jours. On fait arriver alors un courant de vapeur pour chasser l'alcool imbibant le sucrate, et il reste dans l'éluteur du sucrate de chaux très pur, qui peut être employé au lieu de lait de chaux pour la défécation des jus. (On introduisait dans le jus, pour 100 kilogrammes de betteraves travaillées, le sucrate produit par 6, 5 kilogrammes de mélasse.) Le liquide, qui s'écoule des éluteurs, est distillé pour en extraire l'alcool, lequel peut servir pour une nouvelle opération. Les eaux qui restent après ce traitement et qui contiennent presque tous les sels inorganiques et organiques de la mélasse, sont conduites sur les champs et constituent un engrais précieux.

Le travail à la fabrique de Schladen ne diffère pas essentiellement de celui de la fabrique de Wasserleben. Remarquons seulement que l'alcool employé à l'élution n'avait que 35°, et que la durée de l'élution était de dix jours. On ajoutait au jus pour 100 kilogrammes de betteraves travaillées, le sucrate provenant de 4,5 % de mélasse.

Diverses modifications ont été faites depuis à ce procédé. Ainsi, la durée de l'élution a été réduite à quarante-huit heures, puis à trente heures, par suite de l'adoption du concasseur de Dinglinger.

L. Bodenbender a modifié l'appareil qui sert au mélange de la mélasse avec la chaux, en l'entourant d'une enveloppe, dans laquelle on peut faire circuler à volonté de la vapeur ou de l'eau froide. Au commencement de l'opération, on y introduit de la vapeur pour hâter la formation du sucrate; puis on y fait entrer de l'eau froide pour empêcher que la masse formée puisse s'échauffer. A l'intérieur de l'appareil, on a disposé deux couteaux montés sur des axes différents et qui tournent constamment. Il en résulte un mélange beaucoup plus parfait du sucrate.

D'après un compte rendu de la fabrique de Wasserleben, en 1877-78, les frais de travail de l'élution (y compris la prime de brevet, l'amortissement, etc.) se montaient par 100 kilogrammes de mélasse travaillée à fr. 4-55, sans compter la valeur de la mélasse. A Schladen, ces mêmes frais étaient seulement de fr. 3-50. Le rendement de la mélasse, en sucre brut, était de 45 % à Wasserleben et de 47 % à Schladen.

Il est facile, d'après ces données, de se faire une idée de la valeur économique de ce procédé.

Ainsi, admettons que le prix de la mélasse soit de 9 francs les 100 kilogrammes, celui du sucre de 40 francs les 100 kilogrammes et les frais de travail de fr. 4-50 pour un rendement moyen de 45 %.

Nous en déduirons :

Dépenses.

100 kilogrammes de mélasse	fr. 9 »
Frais de travail	4 50
Total.	fr. 13 50

Recettes.

45 kilogrammes de sucre à 40 francs.	fr. 18 »
Bénéfice net, par 100 kilogrammes de mélasse	fr. 4 50

En admettant que les chiffres donnés par les deux fabriques allemandes soient exacts, et que les dépenses soient les mêmes pour la France que pour l'Allemagne, on voit qu'il y aurait bénéfice de travailler les mélasses par l'élu-tion, même dans les conditions actuelles. Cependant quand on observe que le rendement des mélasses en sucre n'a pas été constaté par un travail direct, mais seulement par différence, et quand on tient compte des frais d'installation très élevés de ce procédé, son avantage devient douteux au moins pour les fabriques qui le monteraient sur une petite échelle. Mais dans le cas où les sucres produits seraient exempts d'impôts (comme cela a lieu d'après la nouvelle loi française), il y aurait certainement un bénéfice considérable à réaliser par l'adoption de ce procédé.

B. Procédé Manoury.

Ce procédé, dont le brevet date de 1877, se distingue du procédé de Schei-
bler, par l'emploi de l'hydrate de chaux au lieu de la chaux vive. Cet hydrate
de chaux est formé de 8 à 12 parties d'eau seulement sur 28 parties de chaux,
et s'obtient en trempant un instant dans l'eau les morceaux de chaux contenus
dans des paniers percés en fer.

Le mélange de la mélasse concentrée (de 38 à 42 degrés Baumé) avec la
poudre de chaux hydratée se fait dans un vase clos, appelé *mélangeur*. C'est
un tambour horizontal d'une longueur de 0^m,80 et d'un diamètre de 1^m,20
qui tourne autour de son axe en faisant 90 à 100 tours par minute. Le mélange
n'y reste qu'une demi-minute et en sort en tout petits morceaux, de quelques
millimètres d'épaisseur au plus. On sépare, au moyen d'un bluteur, les
petits morceaux de chaux non combinés qui y sont restés et qui peuvent être
employés de nouveau.

Ces morceaux de mélassate de chaux sont épuisés dans des éluteurs exac-
tement comme dans la méthode précédente. On emploie pour 100 kilogrammes
de mélasse, 70 parties de chaux hydratée (ou, d'après les indications de

Dureau (*), 150 parties de chaux sur 100 à 120 parties de mélasse). Le degré de l'alcool employé pour le lavage varie de 40 à 43 degrés.

Rapportons encore un petit détail qui a été, paraît-il, tenu secret pendant assez longtemps. C'est qu'on ajoute à la mélasse, avant l'addition de la chaux, du carbonate de soude. D'après Dureau, cette addition se ferait simplement, tandis que le Dr DEGENER (**) affirme qu'on ajoute d'abord 0,7 % de chaux éteinte, puis 1,5 % de carbonate de soude ou de potasse, en faisant filtrer ensuite le mélange. Quel est le but de ces additions? Voici ce que nous en pensons. Il existe certaines combinaisons organiques de la chaux insolubles dans l'eau et dans l'alcool, qui sont cause des impuretés que l'on trouve encore après l'élution dans le saccharate. L'addition de la chaux a pour effet d'éliminer ces substances, et l'addition de carbonate celui de décomposer le sucrate de chaux qui aurait alors pu se former. D'après les essais de Degener, cet effet n'est cependant atteint que fort incomplètement. Les frais de travail sont estimés à fr. 3-25 pour 100 kil. de mélasse, non compris le prix de la mélasse et la valeur de la chaux ajoutée. Quand on veut produire directement du sucre brut par le procédé de Manoury, les frais se montent, d'après Pellet (***), à fr. 6-60 par 100 kilog. de mélasse, de sorte que ce travail direct n'offrait pas d'avantage jusqu'ici en France.

C. Procédé de Weinrich.

La chaux est éteinte avec autant d'eau (9 parties d'eau sur 28 parties de chaux) qu'il peut s'en combiner chimiquement, puis elle est réduite en poudre fine et mélangée avec de la mélasse qui a été réchauffée préalablement à 100°. On emploie environ 55 parties de chaux sèche sur 100 parties de sucre contenues dans la mélasse, soit environ 27,5 de chaux vive ou 36,5 de chaux éteinte pour 100 de mélasse. Si la chaux est impure, il faut augmenter la dose proportionnellement.

Le mélange s'opère dans un appareil spécial, muni d'un agitateur et qui est réchauffé constamment à la vapeur; puis la masse, qui a la consistance d'une pâte épaisse et chaude, est introduite dans des caisses de Schützenbach, où elle se refroidit au bout de quelques heures en formant une masse dure et compacte qui se détache aisément des caisses. On casse les blocs au moyen d'une hache. Les morceaux sont introduits dans un concasseur qui les divise jusqu'à la grosseur d'une noix; enfin ces morceaux sont réduits en poudre fine par le désintégrateur Carr, et puis tamisés. Le mélassate est introduit ensuite dans un appareil fermé, muni d'un agitateur et rempli d'alcool qui peut ne pas être tout à fait pur, comme nous verrons plus loin. Le mélassate prend une consistance particulière, sableuse, très favo-

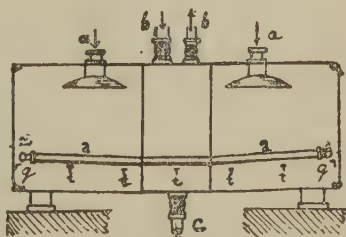


Fig. 210.

(*) *Etudes sur l'extraction du sucre des mélasses*, par G. Dureau.

(**) *Zeitschrift*, XXXIII, p. 376.

(***) H. Pellet. *Revue des industries et des sciences chimiques et agricoles*.

rable à l'élution. Après une agitation d'une demi-heure, le mélange est évacué dans un éluteur horizontal (fig. 110), à la partie inférieure duquel se trouve un tamis *aa* couvert de toile, à travers lequel l'alcool saturé d'impuretés s'écoule, pour être régénéré ensuite dans un appareil distillatoire.

L'introduction du mélassate sableux se fait par *aa*, le robinet *b* à gauche sert pour introduire l'alcool de lavage, l'alcool chargé d'impuretés s'écoule par le robinet *c*. On continue de laver le sucrate impur par de l'alcool à 50° (ou de 70° à 40°), en s'arrêtant au moment où l'alcool marque la même densité à la sortie qu'à l'entrée. L'alcool qui provient de ce lavage passe dans le mélangeur et constitue cet alcool impur dont nous avons parlé plus haut et qui rentre dans le travail. Toute l'élution dure à peine un jour et demi. Quand elle est terminée, le sucrate, qui a une pureté de 85 à 89, reste encore imbibé d'alcool. Celui-ci est soumis à une distillation dans l'éluteur même. A cet effet, il y a au-dessus du tamis *aa* des serpentins chauffés à la vapeur directe. L'alcool se dégage par le robinet *b* à droite.

L'alcool impur qui provient du premier égouttage dans l'éluteur est soumis à une distillation, comme dans les autres procédés, et les eaux qui restent et qui sont chargées de sels sont utilisées comme engrais. Observons encore que les morceaux qui restent sur le tamis après le passage par le désintégrateur Carr peuvent être utilisés également. On les délaie avec de l'eau et on les introduit dans le mélangeur. Seulement, dans ce cas, il faut avoir soin de concentrer préalablement la mélasse de manière à arriver à une densité égale à celle du mélange qui s'y trouve déjà. A Pecek (Bohême), les frais de travail, d'après ce procédé, étaient de fr. 2-45 par 100 kilog. de mélasse, sans compter l'amortissement de l'installation. Les frais d'installation se montaient à 250,000 francs pour un travail de 18,000 kilog. de mélasse par jour ; il faut donc ajouter à ce sujet encore 1 franc au moins ; tous les frais étaient donc, en comptant largement, de 4 francs par 100 kilog. de mélasse travaillée. Le rendement de la mélasse traitée par ce procédé était, d'après Dureau, de 35 % de sucre, et il restait à la fin encore 23 % de mélasse.

D. Procédé de Riedel (*).

On mélange deux parties de mélasse avec une partie de chaux vive, après avoir hydraté celle-ci préalablement. L'opération se fait à 80° centigr. On laisse refroidir jusque 25 à 30° centigr., de manière à obtenir un liquide de consistance sirupeuse, et on y ajoute avec précaution une partie d'alcool de 85 à 90°. On obtient ainsi le sucrate en grains, dont l'élution, par un lavage à l'alcool dilué, se fait facilement.

Au lieu de mélanger le sucrate impur directement avec de l'alcool, on peut aussi le faire couler en jet dans l'alcool, soit par un tamis, soit par des ouvertures de formes diverses, avec ou sans pression. Enfin on peut faire tomber le sucrate sur un disque qui tourne rapidement dans l'alcool. Le sucrate prend alors la forme d'aiguilles, de vermicelles ou de gros grains, et l'élution se fait toujours facilement.

Un autre avantage du procédé Riedel est que les ouvriers ne sont pas incom-

(*) Jahr. St. XXI, p. 338.

modés par une poussière nuisible à leur santé, et que l'on obtient un sucrate de forme assez volumineuse, pour que l'élution puisse se faire sans filtres-presses, nécessaires dans le procédé Drevermann, dont nous parlerons plus loin.

E. Procédé Pieper (*).

Ce procédé a pour but d'opérer sur la mélasse telle qu'elle provient de la fabrication, sans qu'il soit nécessaire de la concentrer, d'éviter en même temps les températures élevées et l'excès de chaux, et de remplacer la main-d'œuvre par un travail continu à la machine.

On mélange la chaux réduite en poudre ou hydratée avec du sucrate impur formé précédemment avec la mélasse à travailler, de manière à obtenir une pâte ferme. Cette pâte, qui se durcit peu à peu, est transportée par une chaîne sans fin dans un appareil qui la réduit en morceaux (*un désintégateur*) et y est séchée en même temps par un courant d'air.

Une partie de la masse tamisée retourne pour être mélangée à la chaux et à la mélasse, mais la principale partie est macérée avec de l'alcool, puis passée par des filtres-presses à épuisement absolu.

Le reste de l'opération se fait comme à l'ordinaire.

F. Procédé d'Eissfeldt (**).

Comme le procédé de Scheibler a l'inconvénient de donner lieu à un échauffement trop fort, Eissfeldt a modifié le travail en ajoutant de l'eau à la chaux vive avant l'introduction de la mélasse, de sorte que la chaux est alors déjà partiellement éteinte.

La masse est assez fluide et devient savonneuse au bout de 12 à 24 heures. On la découpe au moyen d'un instrument spécial, appelé *disgrégateur*, en lamelles semblables aux cossettes de diffusion. L'élution des cossettes se fait de la manière ordinaire. On règle la quantité d'eau à ajouter de manière que la masse obtenue soit assez fluide pour ne pas engorger les couteaux, et on fait arriver sur ceux-ci, dans le même but, quelques gouttes d'huile minérale. Ce procédé paraît avoir très bien réussi, en ce qu'il permet d'augmenter considérablement le travail journalier. Le sucrate de chaux produit a une pureté de 88 à 90 %.

Sur 100 parties de sucre contenues dans la mélasse, on perd, d'après Eissfeldt, 5 % et, d'après Pauly, 10 à 13 %. Il faut remarquer cependant que ce dernier n'avait pas suffisamment refroidi la masse avant l'élution et qu'il employait pour cette opération de l'alcool trop faible. (Il faut de l'alcool à 40° Trales.)

G. Procédé de Drevermann.

Ce procédé se distingue essentiellement de tous les procédés que nous venons de décrire, car il n'y a pour ainsi dire pas d'élution, mais un simple lavage à l'alcool. On délaie la mélasse dans de l'alcool dilué et on ajoute un

(*) Jahr. St. XXIII, p. 34.

(**) Jahr. St. XXI, p. 349 et t. XXII, p. 291.

mélange de chaux vive réduite en poudre et d'alcool plus concentré, de façon à former, avec l'eau contenue dans la mélasse, de l'alcool à 36 p. c. environ. L'alcool absorbera, à une température modérée, tout le sucre de la mélasse sans qu'on puisse constater une augmentation notable de chaleur. On continue d'agiter le mélange pour le refroidir un peu et pour donner au sucrate la forme de grains fins. Puis on passe le tout aux filtres-presses et on épuise le sucrate formé par une faible solution d'alcool. Le liquide alcoolique sortant en premier lieu est soumis à une distillation pour en extraire l'alcool et pour pouvoir utiliser le reste comme engrais. Le liquide suivant, qui est plus faible, sert à préparer de nouvelles quantités de sucrate.

Le sucrate de chaux épuisé est mélangé avec de l'eau, puis on injecte de la vapeur pour chasser l'alcool encore adhérent et pour liquéfier le sucrate. Celui-ci est envoyé à la défécation, ou bien on peut en extraire le sucre par voie directe.

Drevermann a pris plusieurs brevets additionnels à son procédé.

Ainsi, il a proposé de décomposer le sucrate de chaux par le sulfate de magnésie et d'utiliser les dépôts formés pour la fabrication de béton, de mortier, etc.

On peut aussi remplacer, dans ce procédé, la chaux par la strontiane ou la baryte et l'alcool ordinaire par l'esprit de bois, etc.

Un autre procédé de Drevermann a pour but d'extraire des mélasses les substances organiques qui peuvent se combiner à la chaux et résister par suite au lavage à l'alcool. Il propose, à cet effet, d'ajouter à la solution alcoolique de la mélasse, avant le mélange avec la chaux, de l'hydrate de magnésie ou d'alumine, ou même simplement un peu de chaux, et de séparer ensuite le précipité par une filtration mécanique préalable.

Observons finalement que le procédé de Drevermann (*) a été combiné plus tard avec deux autres procédés inventés par Gundermann (**) et Sostmann (***), de manière à ne plus former qu'un seul procédé, que l'on appelle le procédé de la *précipitation*.

H. La Précipitation.

Ce procédé a été appliqué d'abord en 1880 par Sostmann, à Minsleben, mais on l'a modifié depuis en le combinant avec les procédés de Gundermann et de Drevermann.

Voici en quoi il consiste :

Dans un récipient mélangeur, on introduit 50 hectolitres d'alcool à 80 %, puis 5,000 kilogrammes de mélasse mélangés à une solution aqueuse de 100 kilogrammes de chlorure de calcium et à 25 ou 50 kilogrammes de chaux sous forme de lait de chaux. Ce mélange est saturé ensuite par l'acide carbonique jusqu'à ce qu'un échantillon prélevé sur la masse soit parfaitement clair et presque neutre. Il laisse déposer un précipité que l'on élimine par un passage aux filtres-presses. Ce précipité est formé de carbonate de chaux mêlé à des substances gommeuses et colorantes et à certains sels insolubles dans l'alcool.

(*) Stammer, supplément 1881, p. 388.

(**) Jahr. St. XXI, p. 235 et 245 et t. XXII, p. 289.

(***) Jahr. St. XXI, p. 366 et t. XXII, p. 292.

Les tourteaux d'écumes sont épuisés dans les filtres-presses avec de l'alcool pour extraire le sucre, et les eaux de lavage sont renvoyées dans la mélasse. La solution de mélasse purifiée et claire qui s'écoule des filtres-presses est mélangée dans un appareil clos avec de la chaux en solution alcoolique, dans la proportion de 33 kilogrammes de chaux par 100 kilogrammes de mélasse travaillée. La chaux a été préalablement introduit dans cet appareil en morceaux de la grosseur du poing et éteinte progressivement dans de l'alcool à 35° ou 40°. L'appareil est clos de toutes parts. Il est muni d'un petit dôme avec réfrigérant, destiné à condenser les gaz et vapeur alcooliques produits par l'échauffement. Le lait de chaux ainsi préparé est mélangé avec la solution mélassique épurée venant des filtres-presses. Une pompe aspire le mélange, le refoule à travers un refroidisseur, d'où il revient au mélangeur, et ainsi de suite jusqu'à ce que la température soit de 15° à 20° R. Le sucrate de chaux se sépare ainsi presque complètement, de sorte qu'un échantillon filtré n'accuse plus que 0,5 à 1,5 % de sucre. Le refroidissement dure de 4 à 5 heures. Le mélange refroidi est ensuite refoulé dans des filtres-presses, puis épuisé avec de l'alcool à 12° ou 15°, appelé demi-lessive, et puis avec de l'alcool à 35°. La première partie des solutions alcooliques qui sort des filtres-presses est soumise à la distillation, jusqu'à ce qu'elle marque 15° Tr. La deuxième partie de ces solutions alcooliques augmente d'abord de densité, puis diminue de nouveau jusqu'à 15° Tr. Voilà ce qui constitue la demi-lessive dont nous venons de parler. Enfin la densité de la dernière partie du liquide diminue de nouveau depuis 15° Tr. jusqu'à 30° Tr. C'est de l'alcool très pur qui sert à éteindre la chaux.

Le sucrate de chaux qui constitue les tourteaux des filtres-presses est encore imbibé d'alcool. On extrait ce dernier au moyen de l'air comprimé, et le sucrate pur passe, comme toujours, à la défécation.

Les frais d'installation pour ce procédé sont estimés à :

80,000 francs pour un travail journalier de 10,000 kil. de mélasse.
107,000 — — — — 15,000 —

D'après les indications de diverses fabriques, on perd, par ce procédé, seulement 5 à 11 % du sucre contenu dans la mélasse.

Le quotient de pureté du sucrate est de 90 à 91.

Le **D^r Weiland** (*Gutschdorf*) communique(*) les résultats d'un essai qu'il a fait d'extraire directement le sucre de la mélasse par le procédé de la précipitation (*Sostmann*). Il a traité 35,000 kilos de mélasse qui contenait 52 % de sucre. Le sucrate de chaux fut saturé deux fois, puis filtré et évaporé à 45° Baumé. Le jus concentré fut additionné d'un peu de chaux, réchauffé, puis passé par des filtres-presses, enfin filtré et cuit en grains. La masse cuite qui en résulta contenait 81,5 % de sucre et rendit :

9,550 kil. = 27,4 % de sucre 1 ^{er} jet, polarisant 96,2 %.
Puis après 12 jours 2,600 kil. = 7,4 — 2 ^e jet, — 89,7 %.
Et après six mois. . 900 kil. = 2,6 — 3 ^e jet, —

Total. . . . 37,4 % ou 36,7 % de sucre 1^{er} jet du poids de la mélasse travaillée.

Il resta 5,000 kilogrammes, soit 14 1/2 % de mélasse.

(*) Z. XXXIII, p. 657.

Weiland est très satisfait du procédé de la précipitation. Il travaillait par semaine d'abord 80,000 kilogrammes, plus tard jusque 140,000 kilogrammes de mélasse, sans la moindre difficulté. Cependant il n'a pu constater les quotients de pureté élevés dont on parle dans d'autres fabriques. Son sucrate de chaux avait une pureté qui variait de 86 à 90 %.

Les masses cuites contenaient sur 100 parties de sucre 1,5 à 2 parties de carbonate de chaux (en calculant toute la chaux sous cette forme) et 3 à 4 1/2 parties de sels alcalins.

Le **D^r P. Degener**, chef du laboratoire central de l'Association des fabricants de sucre allemands, s'est livré, sur l'ordre du Comité de cette association, à une étude comparative des différents systèmes d'éluion (*).

Il a examiné les systèmes suivants :

- a) L'éluion de Scheibler-Seyfert.
- b) — de Eissfeldt.
- c) — de Weinrich.
- d) — de Manoury.
- e) La précipitation de Sostmann.

Nous regrettons de ne pouvoir reproduire ce travail très intéressant dans tous ses détails, les dimensions de notre ouvrage ne le permettant pas.

Nous nous bornons à donner les conclusions :

Première question. — Par lequel de ces procédés peut-on produire le sucrate de chaux le plus pur relativement à sa contenance en alcalis, en sels organiques et en combinaisons organiques de la chaux ?

Réponse. — Par le procédé Manoury. Viennent ensuite les procédés Eissfeldt, Scheibler-Seyfert et Weinrich. Le procédé Sostmann a la même valeur que ces derniers, mais leur est supérieur au point de vue des sels organiques de la chaux.

C'est aussi par le procédé Manoury et celui d'Eissfeldt que le lavage dure le moins longtemps pour obtenir la même pureté. Puis viennent le procédé Scheibler-Seyfert et celui de Weinrich. La précipitation de Sostmann ne peut être directement comparée aux autres procédés; elle est supérieure à tous en ce qu'elle éloigne dès le commencement une grande partie du non-sucre. Elle a cependant l'inconvénient que l'épuisement du saccharate ne se fait que difficilement, même sous pression.

Deuxième question. — Par quelle méthode peut-on travailler le plus de mélasse, par rapport à la quantité de chaux employée ?

Réponse. — Par la méthode d'Eissfeldt (27) et de Sostmann (30). Puis viennent la méthode Scheibler-Seyfert (81) et de Weinrich (95). La moins favorable de toutes est celle de Manoury (200).

Troisième question. — S'il était possible d'obtenir la même pureté par tous ces procédés, en épuisant plus ou moins complètement, quelle est la quantité de lessive produite dans chaque cas et quelles sont les pertes de sucre ?

Réponse. — A la première partie de la question, les expériences n'ont pas donné une réponse satisfaisante.

(*) Z. XXXIII, p. 351 et p. 649.

Les pertes de sucre constatées, d'après les essais de Degener, étaient sur 100 kil. de sucre contenus dans la mélasse :

Par la précipitation	7,25	%
Par le procédé de Eissfeldt.	8,29	—
— de Manoury	15,21	—
— Scheibler-Seyfert.	22,20	—
— Weinrich	28,88	—

Si l'on combine avec cette condition la facilité d'épuisement des sucres formés, nous arrivons à placer tous ces systèmes dans l'ordre suivant :

Eissfeldt, Manoury, Précipitation, Scheibler-Seyfert, Weinrich.

Quatrième question. — La température plus ou moins élevée a-t-elle de l'influence sur la formation des sels organiques de chaux ?

Réponse. — Pour la précipitation, on n'a constaté aucune influence ; pour les procédés d'Eissfeldt, de Weinrich et de Manoury, les différences observées n'étaient pas importantes, mais pour le procédé de Scheibler-Seyfert, des différences notables ont été constatées selon que la température était plus ou moins élevée.

Cinquième question. — Le traitement avec du carbonate de soude ou de potasse (d'après Manoury), avant la production du sucrate, peut-il empêcher la formation des sels organiques de chaux ?

Réponse. — Degener a observé d'abord que dans le procédé Manoury toutes les mélasses sont traitées avec de la chaux, puis avec un carbonate alcalin.

Il conclut que ce traitement doit avoir certainement de très bons effets sur la pureté du sucrate, quoiqu'il ne puisse empêcher complètement la formation de sels organiques de chaux.

En dehors de ces questions, Degener a encore observé que l'état physique du sucrate formé a une grande influence sur l'enlèvement plus ou moins rapide des sels organiques alcalins, et que la structure poreuse n'est pas aussi avantageuse qu'on le croyait jusqu'ici. De plus, il paraît constaté que la formation des sels de chaux a lieu, moins pendant la préparation du sucrate de chaux impur, que pendant les décompositions qui se produisent pendant le lavage. L'alcalinité des lessives alcooliques est aussi remarquable.

Les pertes de sucre sont dues principalement à la formation incomplète du sucrate tribasique insoluble dans l'alcool dilué ; il faut donc tâcher de rendre celle-ci, dès le début, aussi complète que possible.

Enfin, on a trouvé que l'alcool de 40 % doit être préféré à celui de 35 %.

La raison en est surtout que la chaux n'est pas entièrement insoluble dans ce dernier cas, et que sa solution peut décomposer les sels organiques alcalins en forme de sels organiques calciques, qu'on ne peut plus éliminer.

Pour terminer, Degener indique un grand nombre de questions qu'il serait intéressant d'étudier encore dans les procédés d'éluion et qu'il n'a pu qu'ébaucher.

Le matériel de l'éluion a subi peu de modifications pendant l'année écoulée.

Brandt et Nawrocki (Berlin) se sont fait breveter pour une machine destinée à couper le mélasse de chaux plastique (procédé Eissfeldt), soit en fines tranches de 1,5 à 3 millimètres d'épaisseur, soit en lamelles semblables

aux cossettes de diffusion (*). Cet appareil consiste en un tambour, à la circonférence duquel sont fixés trois porte-couteaux. Chacun de ceux-ci est mobile autour d'un axe et porte huit couteaux. Ces couteaux *MM* sont arrangés de telle façon, que leur distance de l'axe du tambour va en augmentant d'un couteau à l'autre de l'épaisseur d'une lamelle. La conséquence de cette disposition est que tous les 8 couteaux coupent la betterave en même temps, de manière à produire huit lamelles *S* à la fois (fig. 211).

Joh. Fritsche (**) (*Magdebourg*) a imaginé une autre disposition pour couper le mélassate de chaux (fig. 212). Elle consiste en un tambour *a*, semblable

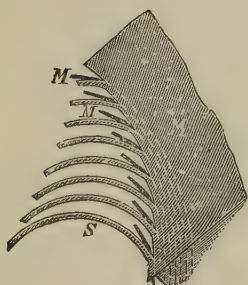


Fig. 211.

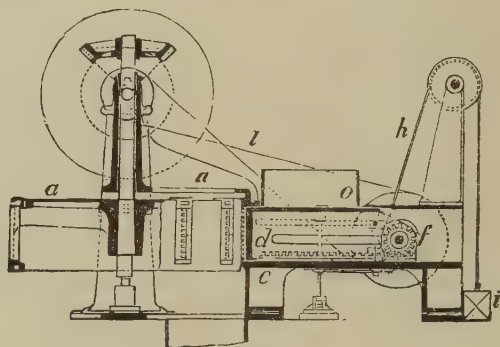


Fig. 212.

aux coupe-racines centrifuges de Rassmus, sur la périphérie duquel on a placé des couteaux à doigts. Le mélassate de chaux tombe de la caisse *o* dans la rigole *c* et est pressé contre les couteaux par le sabot *d*. Celui-ci reçoit un mouvement de va-et-vient horizontal par une crémaillère et la roue dentée *f*. Sur l'axe de cette roue se trouve une poulie, sur laquelle s'enroule la courroie *h*, qui est contrebalancée par le poids *i*. Aussitôt que ce poids est descendu à sa position la plus basse, la courroie *l* passe d'une poulie folle à une poulie fixe, et le sabot *d* retourne de gauche à droite, de sorte qu'une nouvelle portion de mélassate peut tomber dans la rigole *c*. Puis la courroie *l* repasse sur la poulie folle et le sabot *d* avance vers le tambour *a*, etc.

Quand on veut éteindre (dans le procédé de la précipitation de Sostmann) la chaux dans la machine remplie d'alcool, l'introduction de cette chaux cause toujours des pertes en alcool. Pour obvier à cet inconvénient, E. SOSTMANN (***) (*Minsleben*) y a adapté (fig. 213) un petit cylindre spécial *D* mobile autour d'un axe et qui communique avec la machine remplie d'alcool *A*, par une ouverture *C* que l'on peut fermer en tournant ce cylindre. On introduit alors la chaux, on ferme le couvercle supérieur et l'on tourne de nouveau le cylindre, de manière à le faire communiquer avec la machine. Le cylindre tourne sur

(*) N. Z. X, p. 255.

(**) B. Z. VII, p. 279.

(***) N. Z. X, p. 255 et XI, p. 171.

une crapaudine située à sa partie inférieure et est guidé, en outre, par un manchon *B* rendu étanche au moyen d'une garniture en cuir *KK*.

On s'est posé souvent la question de savoir comment on pourrait utiliser, le plus pratiquement possible, les eaux chargées de sels qui résultent du travail de l'éluion.

D'après le **Dr Bodenbender** (*) et d'autres personnes compétentes, le seul emploi rationnel de ces eaux, c'est celui d'engrais pour la culture.

Quant à l'alcool qui résulte de la distillation des lessives alcooliques provenant de l'éluion, il contient toujours une forte quantité d'ammoniaque, ou plutôt d'amides qui s'y accumulent au bout d'un certain temps.

On a essayé de neutraliser cet ammoniaque par un acide, et de retirer ensuite l'alcool par une distillation, mais ce procédé a l'inconvénient de détruire rapidement les vases dans lesquels on opère, et de donner un produit qu'on ne peut vendre que difficilement, parce qu'il est rendu impur par de l'oxyde de fer et du charbon.

Le **Dr Pauly** (Mülhberg) dirige un courant d'acide carbonique dans l'alcool chargé d'ammoniaque qui se trouve à l'état gazeux. Il se forme du carbonate d'ammoniaque, qui est décomposé à son tour par du sulfate de chaux, avec formation de sulfate d'ammoniaque. (Ce procédé nous paraît fort compliqué. F. S.)

H. Steffens (**) (Mülhberg) traite l'alcool chargé d'ammoniaque par de l'acide sulfurique d'une densité déterminée. Par exemple, pour de l'alcool à 60°, il emploie de l'acide sulfurique à 1,83 de densité, et pour de l'alcool à 96°, de l'acide sulfurique à 1,50 de densité.

Il se forme un précipité de sulfate d'ammoniaque, qui devient encore plus abondant par le refroidissement à 20° C. Après en avoir retiré le liquide, et après l'avoir légèrement réchauffé, le sulfate d'ammoniaque se trouve complètement débarrassé de l'alcool.

Si l'alcool n'est qu'à 50° Tralles et se trouve fort chargé d'ammoniaque, la proportion est moins favorable et l'alcool surnage sur le sulfate d'ammoniaque. Il faut ajouter alors une solution saturée à chaud de sulfate de potasse, de manière qu'elle ne vienne pas en contact avec l'alcool. Il se forme du sulfate double de potasse et d'ammoniaque, qui est fort peu soluble dans l'alcool. Puis, on refroidit à 20° C., etc.

Le rendement est presque théorique, et les produits sont très purs. Plus tard, **Steffens** (***) a proposé de remplacer l'acide sulfurique par l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'acide phosphorique, le sulfate acide de potasse ou de soude, le phosphate acide de chaux. Les diverses manipulations se font de la manière décrite précédemment.

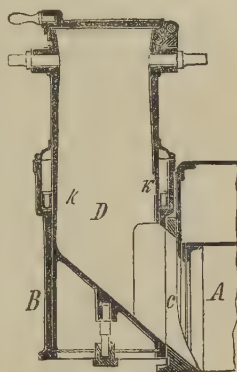


Fig. 213.

(*) Z. XXXIII, p. 667.

(**) N. Z. XI, p. 116 et 189.

(***) D. Z. I. IX, n° 5.

Depuis l'invention du procédé de la strontiane de Scheibler et de la séparation de Steffens, les divers procédés basés sur l'élution ont perdu du terrain, paraît-il. Ainsi, en Autriche, l'élution a été abandonnée dans les fabriques de Pecek, Fünfunden et Czaslau, et ne fonctionne plus qu'à Bedihost (procédé Scheibler) et à Dioszegh et Brünn (procédé Manoury).

C. PROCÉDÉS A LA STRONTIANE.

L'idée d'extraire le sucre des mélasses au moyen de la strontiane n'est pas neuve.

Déjà en 1849, Dubrunfaut et Leplay ont pris un brevet dans ce but, en conseillant de pratiquer ce procédé exactement d'après les prescriptions décrites pour l'application de la baryte. Mais aucune application pratique de ce mode de travail n'a été faite, et le brevet ne paraît avoir été pris que dans le but de protéger celui basé sur l'emploi de la baryte.

La première application de la strontiane pour l'extraction du sucre des mélasses a été faite par **C. Fleischer**, à Dessau, mais le procédé employé par lui a été tenu secret.

L'idée a été reprise avec beaucoup de succès en 1881 par le **D^r C. Scheibler** (*Berlin*), auquel nous devons deux procédés basés sur la formation des deux combinaisons suivantes :

1^o Le sucrate monobasique de strontiane.

Ce sucrate a pour propriété de se former à basse température, c'est-à-dire de 15 à 20° centigrades; après un repos de 4 à 5 heures, il se prend en masse gélatineuse qui indique sa formation complète.

Sa composition est la suivante :

Sucre	63.86	} 100.00
Strontiane	19.33	
Eau	16.81	

2^o Le sucrate bibasique de strontiane.

Ce sucrate diffère du premier; il se forme à la température de l'ébullition, que l'on conserve jusqu'à une apparition granuleuse : cette opération est très rapide, car elle ne dure qu'une demi-heure environ.

La composition du sucrate bibasique de strontiane est la suivante :

Sucre	46.90	} 100.00
Strontiane	23.30	
Eau	24.80	

Dans son premier brevet (*), Scheibler recommande de délayer suffisamment la mélasse pour que l'hydrate de strontium puisse s'y dissoudre économiquement à 70 ou 75° centigrades. Il faut employer 3 équivalents de strontiane pour 1 équivalent de sucre, soit 342 kilogrammes de sucre pour 310 kilogrammes de strontiane.

On introduit d'abord la quantité de strontiane nécessaire dans un vase clos, en tôle, à double fond, chauffé extérieurement à la vapeur. Cette chaudière

(*) B. A. d. C. 2, n° 2.

est munie d'un agitateur, d'un thermomètre, etc. La mélasse, préalablement ramenée par l'eau au degré de concentration voulu, est ensuite ajoutée, puis le liquide est porté et maintenu à la température voulue et constamment agité jusqu'à saturation. On débarrasse ensuite par filtration ou décantation le liquide des impuretés en suspension formées.

On chauffe à l'ébullition à plus de 100° si c'est possible, et alors prend naissance le saccharate de strontiane, qui se précipite rapidement sous forme de gros grains lourds. Le liquide chaud est finalement passé aux filtres-presses, qui retiennent le saccharate à l'état suffisamment pur pour ne pas nécessiter des lavages.

Le saccharate obtenu est délayé dans l'eau, puis décomposé par l'acide carbonique directement ou bien ajouté au jus de betteraves en remplacement de la chaux.

Le carbonate de strontiane, qui se retrouve finalement dans les filtres-presses en mélange avec les écumes de la carbonatation, est converti par la chaleur en strontiane caustique, qui sert à un nouveau traitement.

Un autre procédé plus récent, inventé également par le **D^r Scheibler**, est basé sur la formation du *monosaccharate de strontiane* par voie froide.

Il comprend les opérations suivantes (*):

1) *Formation du sucrate monobasique de strontiane*. — Lorsque l'hydrate de strontium est introduit en quantité nécessaire dans une solution froide de sucre, qui est agitée sans cesse, les particules de strontiane vont s'unir peu à peu à celles du sucre, pour former le sucrate monobasique de strontiane, qui n'est insoluble que lorsque le liquide est complètement froid; on en active la formation en ajoutant une petite quantité d'un sucrate monobasique de strontiane d'une opération précédente; sa formation n'est complète qu'après quatre ou cinq heures.

Supposons, à titre d'exemple, une mélasse renfermant 50 % de sucre; 1,000 parties de cette mélasse correspondent à 500 parties de sucre, qui demanderaient 389 parties de strontiane hydratée, pour convertir tout le sucre en sucrate monobasique de strontiane.

Il est nécessaire d'employer une quantité plus grande de strontiane, de façon qu'après la séparation du sucrate, la lessive mère en renferme un excès.

Au lieu de 389 parties, on peut en prendre 500, ou, en d'autres termes, on prendra un poids de strontiane en cristaux égal au sucre contenu dans la mélasse; cet excès de strontiane ne se perd point, puisqu'il se récupère dans les opérations suivantes:

500 de strontiane exigent à peu près le triple, c'est-à-dire 1,500 d'eau à 90° pour se dissoudre complètement. On mélange en agitant chaque partie de mélasse avec 1/2 de strontiane, préalablement dissoute dans 1,500 parties d'eau, ayant presque la température de l'ébullition. Par le contact de cette dissolution chaude avec la mélasse froide, qui s'y dissout rapidement, la température s'abaisse à un point où il n'y a plus à craindre la formation d'un sucrate bibasique, qui est insoluble à chaud. Il se forme, malgré cela, une petite quantité de carbonate de strontiane et de sulfate qui ne sont pas à craindre. Le liquide subit un refroidissement en passant dans un réfrigérant qui l'amène

(*) S. I. 24, p. 333, et J. d. F. S. 24, n° 20.

à une température voisine de 20°. C'est le point qui semble le plus convenable pour sa formation.

2. *Séparation du sucrate monobasique de strontiane des impuretés et lavage du sucrate.* — Le liquide s'est solidifié en une masse consistante, qui, soumise à l'agitation, se liquéfie en une masse épaisse. Cette pâte contient un excès de strontiane, du sucrate monobasique et des impuretés. La séparation s'obtient au moyen de filtres-presses, le sucrate monobasique se trouve retenu dans les toiles et les impuretés s'écoulent par la partie inférieure des cadres. Lorsque ceux-ci se trouvent suffisamment garnis, on fait subir aux tourteaux de sucrate monobasique un lavage à l'eau froide; de cette manière, on obtient une plus grande pureté, l'eau de lavage ayant pour propriété d'enlever les matières colorantes et les sels retenus dans le sucrate. Ainsi purifié, il est d'une couleur parfaitement blanche, à laquelle on doit tenir; de sorte que la dissolution de sucre sortant de la décomposition du sucrate monobasique à l'aide de l'acide carbonique est tout à fait incolore et ne demande aucune filtration. Le sucrate obtenu contient environ les $\frac{3}{4}$ du sucre contenu dans la mélasse; cela vient de ce que le sucrate monobasique n'est pas complètement insoluble, ce qui force à la formation d'un sucrate bibasique de strontiane pour recueillir le sucre qui a échappé à la première opération.

3. *Travail des impuretés pour en extraire le sucre.* — La solution contenant les impuretés est additionnée des eaux de lavage; on chauffe, puis on y ajoute de la strontiane hydratée en cristaux, à la température de l'ébullition; on maintient cette température jusqu'à ce que le sucre s'en soit séparé à l'état de sucrate bibasique, dont on reconnaît la présence à une formation granuleuse persistante. La strontiane doit être employée en excès.

Le sucrate bibasique de strontiane se sépare de la partie liquide par simple décantation. Après un repos de quelques instants, le liquide surnageant est enlevé par des robinets de vidange, qui se trouvent placés à différentes hauteurs. Le sucrate bibasique déposé rentre dans le travail sans subir d'autre préparation.

Le sucrate bibasique de strontiane, tout imprégné qu'il est de lessive mère, est remis dans une nouvelle opération de sucrate monobasique. Pour cela, il est jeté encore chaud dans une quantité de mélasse froide, et grâce à l'excès de sucre, le sucrate bibasique s'y dissout très rapidement.

Il faut avoir soin que la proportion moléculaire entre la totalité du sucre présent (savoir le sucre de la mélasse et le sucrate bibasique) et la strontiane soit telle qu'elle a été indiquée plus haut, en vue de la formation du sucrate monobasique de strontiane.

Après avoir laissé refroidir, on fait la séparation comme il a été indiqué.

La quantité de ces eaux est d'environ 3 hectolitres par 100 kilos de mélasse travaillée, leur richesse est de 1 $\frac{1}{2}$ kilo à 2 kilos par hectolitre; outre le sucre, elles contiennent un excès de strontiane que l'on récupère dans le travail suivant. Quant au sucre, la quantité en est trop minime; les pertes en sont estimées à 6 %.

4. *Travail des impuretés pour en extraire la strontiane.* — Les eaux qui restent après la formation de sucrate bibasique contiennent un grand excès de strontiane qu'elles abandonnent en partie par simple cristallisation; après un repos de quelques heures, la strontiane se dépose en cristaux contre les parois

des bacs ; les cristaux obtenus ont une couleur brune ; ils sont employés pour la formation d'un sucrate monobasique dans le travail ordinaire.

On récupère, sous forme de carbonate de strontiane, l'excès de strontiane restant en dissolution dans le liquide. Les pertes sont estimées de 8 à 10 % de la strontiane employée. Le liquide restant peut servir pour la culture, car il est très riche en potasse.

5. *Travail du sucrate monobasique pour en extraire le sucre.* — Le sucrate monobasique de strontiane peut être traité de plusieurs façons pour en extraire le sucre.

Il peut être ajouté dans le travail ordinaire d'épuration des jus de betteraves ; mais lorsque le jus est complètement débarrassé des matières étrangères, ce mode d'opérer est défectueux, car les pertes en strontiane sont beaucoup plus grandes que quand on le traite seul.

Pour cela, il s'agit d'ajouter une petite quantité d'eau pure au sucrate monobasique, de façon à avoir une masse liquide de 25 à 30 Baumé. Ainsi préparé, on lui fait subir deux carbonatations successives ; la saturation de la seconde doit être complète. Le jus obtenu a une densité de 4,97 et un degré de pureté de 95.

Le carbonate de strontiane est séparé de la solution sucrée par un filtre-pressé ; les tourteaux de strontiane sont soumis à un lavage, de façon à en recueillir tout le sucre.

6. *Revivification de la strontiane.* — Cette opération est très importante, car elle joue un très grand rôle dans cette fabrication : une mauvaise revivification amène des pertes très grandes.

Le carbonate de strontiane est mis en briquettes, de façon à faciliter la manutention des fours. Ceux-ci ont une disposition spéciale, ils sont composés de 12 chambres communiquant par la tôle, 8 de ces chambres sont en activité, et 4 en chargement et déchargement.

Le chauffage de ces chambres se fait par des foyers qui se trouvent aux extrémités.

Les briquettes de carbonate de strontiane sont soumises à un séchage préalable ; elles ne sont déposées dans les chambres que lorsque la dessiccation est à peu près complète.

La revivification de la strontiane demande environ 48 heures.

D'après l'inventeur, ce procédé offre de très grands avantages sur les précédents :

1° Suppression d'une installation coûteuse pour le refroidissement du sucrate monobasique ; car il obtient ce refroidissement par des réfrigérants à contre-courant ;

2° Réduction considérable des cristalliseurs pour la strontiane hydratée, puisqu'au lieu d'hydrate cristallisé, on l'emploie en solutions saturées et préparées à chaud ;

3° L'emploi d'une moins grande quantité de strontiane, puisque l'inventeur n'en emploie plus que 1/3 pour exécuter les mêmes opérations ;

4° Une perte de strontiane moins grande que dans les autres procédés.

J. Görz (*) (*Berlin*) conteste ces avantages et préfère l'ancien procédé de

(*) D. Z. I. VII, n° 36.

Scheibler, qui est excellent, au nouveau, qui doit encore faire ses preuves.

Il croit que les réfrigérants à contre-courant exigés par le nouveau procédé doivent avoir de très fortes dimensions et consommeront de grandes quantités d'eau.

Dans l'ancien procédé, quand on voulait travailler 30,000 kilogrammes de mélasse, il s'agissait de refroidir 55,000 kilogrammes de liquide de 60° à 9° centigrades. Dans le nouveau procédé, pour le même travail, il faut refroidir 70,000 kilogrammes de liquide de 80° à 15° centigrades, d'où il faut déduire la chaleur fournie par 30,000 kilogrammes de liquide qui se trouvaient à une température de 15°.

L'emploi des solutions de strontiane saturées et préparées à chaud est difficile, parce qu'il faudrait déterminer alors leur vitesse par un titrage, et de plus, l'inventeur paraît avoir opéré au laboratoire sur des produits purs, alors que dans la pratique, la strontianite n'a d'ordinaire qu'une pureté de 85 et exige l'emploi des cristallisoirs.

Le nouveau procédé, loin de réduire les pertes de strontiane, entraîne, au contraire, des pertes plus considérables puisqu'un équivalent entier de strontiane passe à la revivification, alors que dans l'ancien procédé, il n'y passait que 3/4 d'équivalent. Or quiconque a travaillé avec la strontiane sait que les pertes de strontiane ont seulement lieu à la revivification et aux opérations qui la suivent.

(C'est à l'avenir qu'il appartiendra de décider lequel de ces deux procédés de Scheibler est le plus pratique. F. S.)

H. Leplay a également inventé un nouveau procédé pour extraire le sucre de la mélasse à l'aide de la strontiane ou de la baryte, dont la publication va avoir lieu prochainement. Nous espérons pouvoir parler de ses applications pratiques dans notre Revue prochaine.

Ajoutons que Scheibler a proposé aussi l'addition du saccharate de strontiane aux jus de betteraves. Seulement il convient de traiter ces jus d'abord par la chaux comme d'habitude, puis d'effectuer une nouvelle épuration par le saccharate ajouté aux jus à l'état liquide. On évite ainsi l'inconvénient de perdre par la revivification de la strontiane (*) les matières fertilisantes qui passent dans les écumes.

Le procédé à la strontiane a trouvé des applications nombreuses en Allemagne et en Autriche, où il a été monté encore l'année dernière dans les fabriques (**) de Dobrowitz et de Pecek. En France, sous l'empire de la nouvelle loi d'accise, on y prêtera aussi sans doute une attention sérieuse.

Un reproche que l'on fait souvent à la strontiane, c'est son action toxique. Mais il paraît résulter des expériences de Ch. Michet (***) que la strontiane n'est pas plus toxique que la chaux. Les poissons qui ne peuvent vivre dans une eau contenant par litre 2g,2 de strontium sous forme de chlorure, meurent également dans l'eau à 2g,4 de calcium. Il n'y a donc rien à craindre, au point de vue physiologique, de l'emploi de la strontiane.

Nous possédons fort peu de données sur l'application pratique de l'ancien

(*) S. B. 11, n° 15.

(**) D. Z. I. IX, n° 5.

(***) B. A. d. C. 2, n° 2.

procédé de Scheibler. Le nouveau procédé ne paraît pas avoir été appliqué jusqu'ici.

La raffinerie de **Rositz** (*), qui a adopté l'ancien procédé de Scheibler, a publié le bilan de ses affaires pour l'année 1883.

La fabrique a été fondée avec un capital de . . .	3,000,000 marks.
Sa valeur actuelle est : Immeubles.	1,738,021 —
Machines et appareils.	855,466 —
Ustensiles divers	71,628 —

L'inventaire accusait les matériaux suivants :

Sucre pour	246,190 marks.
Strontianite pour	200,992 —
Mélasse pour	272,978 —
Matériaux divers.	47,588 —

On avait obtenu un gain de 229,215 marks = 286,000 francs environ, soit un peu plus de 7 % du capital engagé.

On a acheté pour cette année-ci des quantités considérables de mélasse au prix de fr. 11-50 les 100 kilogrammes.

La strontianite fournie par des agents était de mauvaise qualité au commencement de l'année, ce qui rendait le travail bien difficile. Mais plus tard les agents ont fourni des minerais très purs qui ont donné de bons résultats.

Kuntze (*Spora*) (**) fait observer que dans le procédé à la strontiane, il ne peut y avoir des pertes de sucre que pendant la filtration.

Dans tous les procédés à la chaux, au contraire, on perd une quantité de sucre notable dans les écumes des filtres-presses, par suite de la formation d'un sucrate de chaux insoluble dans l'eau froide et dans l'eau chaude. A *Spora*, on travaille depuis trois ans avec le procédé à la strontiane.

Disons maintenant quelques mots sur les modifications secondaires qui ont été apportées l'année dernière à la pratique des procédés à la strontiane :

D. Sidersky et **H. Probst** ont inventé un procédé pour extraire le carbonate de strontium des résidus de strontiane. Ces résidus, après avoir passé par un laminoir et un épierreur, sont introduits dans une chaudière, où on les fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique dilué ; il se forme du chlorure de strontium et de calcium. La liqueur filtrée est introduite dans un bac en bois et traitée par l'acide sulfurique dilué. Le sulfate de strontium se précipite, et le sulfate de calcium reste en solution. Après quelque temps de repos, on décante le liquide et on lave le précipité avec de l'eau chaude. Puis on fait bouillir avec une solution de carbonate de soude. Il se forme du carbonate de strontium qui est séparé du sulfate de soude par une sucette ou un filtre-pressé. Le travail peut se faire d'une manière continue en opérant alternativement avec deux bacs en bois.

La raffinerie de *Dessau* (***) s'est fait breveter pour un four destiné à régénérer les écumes provenant du procédé à la strontiane et consistant essentielle-

(*) D. Z. I. IX, n° 20.

(**) Z. 331, p. 843.

(***) N. Z. XI, p. 192.

ment en carbonate de strontium. On mélange ces écumes avec de la sciure de bois, du goudron ou d'autres substances contenant du charbon, et on en forme des briques. Ces briques sont calcinées dans un four spécial (fig. 214) dont la sole est percée d'un grand nombre d'ouvertures qui sont couvertes par des pierres, pour qu'elles ne puissent pas être bouchées par la strontiane formée pendant la calcination. Celle-ci se fait par du gaz et de l'air chaud qui entrent par les ouvertures. Si l'on ne voulait pas percer des ouvertures dans la sole, on pourrait aussi faire arriver le gaz et l'air par des ouvertures percées dans les parois latérales.

La raffinerie de Dessau (**) s'est fait breveter encore une autre disposition destinée à refroidir les caisses de cristallisation dans lesquelles se trouvent le saccharate de strontium et sa lessive (fig. 215 et 216).

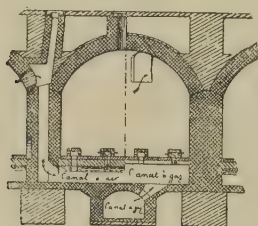


Fig. 214.

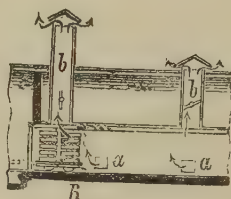


Fig. 216.

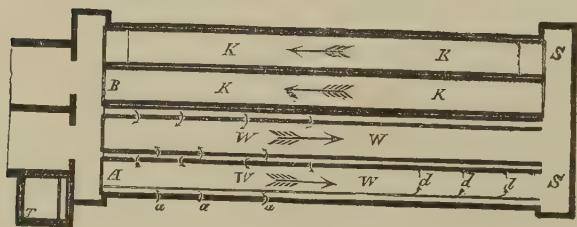


Fig. 215.

Ces caisses sont placées sur des wagons qui traversent sur des rails deux canaux appelés le canal chaud *W W* et le canal froid *K K*, qui tous deux sont refroidis par un courant d'air.

Le canal chaud *W W* est refroidi en hiver simplement par un courant d'air qui arrive de l'extérieur par des ouvertures *a a a* communiquant avec l'air extérieur, et qui sort par de petites cheminées *b b* disposées en haut du canal.

Au lieu de cela, on peut aussi refroidir l'air, en lui faisant traverser une couche composée de matières poreuses (ramilles, coke, briques légèrement tassées, etc.), et par laquelle de l'eau suinte continuellement (*T*). L'air, en se chargeant d'eau, se refroidit considérablement et s'introduit par des fentes *d d* dans le canal chaud. Quand les wagons ont traversé le canal chaud, ils entrent dans le canal froid.

L'air qui pénètre dans celui-ci est refroidi, soit par des tuyaux remplis d'eau froide (ou d'eau salée refroidie par une machine à faire la glace), soit simple-

ment par de la glace brute placée sur une grande plaque qui se trouve à la partie supérieure du canal froid.

La *fabrique de machines à Zeitz* (*) s'est fait breveter pour un appareil destiné au lavage continu du saccharate de strontium (fig. 217). L'appareil consiste en un certain nombre de tamis qui plongent dans des caisses disposées en cercle, de manière à former une batterie. Les tamis ont un mouvement oscillatoire vertical. Le liquide qui se trouve dans la caisse r^1 contient le moins de jus. Celui qui se trouve au fond et qui est le plus lourd passe par le tuyau s dans la caisse r^2 , et ainsi de suite. Le liquide concentré qui provient du lavage du saccharate quitte la batterie en w . Celui qui sert au lavage des cristaux de saccharate se meut en sens inverse des tamis, de sorte que les cristaux qui contiennent le plus de liquide sont lavés par la solution la plus riche.

A. W. Mackensen (**) (à *Schöningen*) a modifié la sucette employée pour l'épuisement du saccharate de strontium (fig. 218).



Fig. 217.

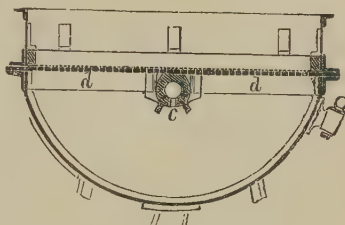


Fig. 218.

Pour empêcher que la tôle perforée sur laquelle repose le saccharate puisse fléchir, on l'appuie sur le tuyau c , qui sert en même temps de sucette. Ce dernier porte des dents qui ont pour but de donner à la tôle perforée $d d$ un léger mouvement oscillatoire favorable à l'épuisement.

D. Sidersky a publié plusieurs études, dans lesquelles il s'est occupé des méthodes pour analyser la strontiane et ses combinaisons. Nous reviendrons sur cette question dans la deuxième partie de notre « Revue ».

Il nous reste à traiter la question de la production économique de la strontiane, de laquelle dépend en première ligne le succès de ce procédé :

Jusque dans ces derniers temps, la strontiane s'extrayait exclusivement de la strontianite, qui se compose essentiellement de carbonate de strontium. La strontianite est assez répandue dans la nature. On la trouve en Westphalie (près de Münster), à Salzbourg, en Saxe, en Ecosse, en Irlande, en Dalmatie, etc., mais partout en filons très minces qui ne permettent que rarement une exploitation économique. Cette exploitation ne s'est faite régulièrement qu'en Westphalie, d'abord par le Dr Reichardt pour le compte de la raffinerie de Dessau, puis par les Sociétés Goerne et C^{ie}, Selig et C^{ie}, etc., pour le compte d'autres fabriques. — On estime que la production de ces mines se monte à 3 millions de kilogrammes par an, dont 4/5 sont produits par celles du Dr Reichardt. — L'exploitation a été retardée surtout à cause des prétentions exagérées des

(*) B. Z. VII, p. 324.

(**) B. Z. VII, p. 485.

propriétaires des terres riches en strontianite. (Ils demandent 4 à 5 francs pour 100 kilogrammes de strontianite exploitée.)

Pour obtenir la strontiane, il faut calciner la strontianite. Cette opération présente des difficultés à cause de la température élevée qu'elle exige. La raison en est que dès le commencement de la calcination, la strontianite se casse en très petits morceaux qui, en bouchant tous les canaux, empêchent le dégagement de l'acide carbonique. Or c'est un fait connu que la strontianite, comme le calcaire, ne se décompose que très difficilement dans ces conditions, car il faut alors produire une chaleur capable de dissocier l'acide carbonique, laquelle est difficile à atteindre en pratique.

Suivant **A. Nord** (*), on évite cet inconvénient en formant des espèces de briques de strontianite. La strontianite est réduite en poudre fine et mêlée avec un peu de sciure de bois en farine; puis on ajoute une colle végétale quelconque que l'on peut obtenir à bas prix. On forme de cette masse des briques, dont la calcination est facile. — D'après Nord, tous les frais de ce procédé se monteront à environ fr. 1-25 par 100 kilogrammes. La calcination de ces briques dans le four à compartiments de Mendheim (qui est employé de préférence) dure de 16 à 18 heures, alors que le procédé ordinaire exige une calcination pendant 24 à 36 heures. — De plus, il y a diminution dans la consommation du combustible, le four est moins endommagé, etc.

F. Meiser (Nürnberg) (**) combat le procédé susmentionné à cause des impuretés qu'il introduit dans la strontiane.

Il recommande la calcination au moyen des gaz réchauffés provenant d'un gazogène. Ces gaz se composent d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'hydrocarbures et d'azote, dont le mélange ne contient que fort peu d'acide carbonique.

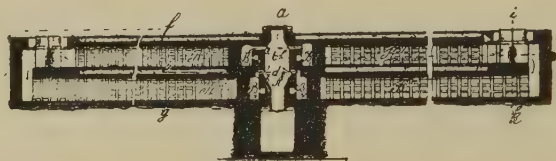


Fig. 219.

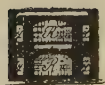


Fig. 220.



Fig. 221.

La figure 219 représente une coupe verticale par l'appareil de Meiser.

La figure 220 est une coupe transversale suivant *f g*.

La figure 221 est une coupe transversale suivant *i k*.

A est un four plus haut que large et dont la longueur égale 4 à 6 fois la largeur.

(*) N. Z. 11, p. 64.

(**) N. Z. 11, p. 190.

A sa partie supérieure, il y a des ouvertures nombreuses α fermées par des couvercles et destinées à introduire d'une manière continue la strontianite et (au commencement de l'opération) du combustible. Des ouvertures nombreuses pour la vidange sont également ménagées à la partie inférieure du four A ; elles sont fermées par des valves.

De chaque côté du four A se trouvent deux chambres de combustion B_I B_{II} B_{III} B_{IV} qui communiquent chacune avec un des régulateurs R^I R^{II} R^{III} R^{IV} . Ces régulateurs sont des chambres très longues et remplies de briques réfractaires, dont nous expliquerons le but tantôt.

Ils sont entourés chacun de deux canaux à air chaud L^I L^{II} , L^{III} L^{IV} (fig. 220), qui communiquent par de petites ouvertures avec les chambres de combustion B_I B_{II} B_{III} B_{IV} . Celles-ci communiquent à leur tour par les ouvertures ZZ avec le four A .

La figure 221 montre l'entrée des gaz du gazogène dans les régénérateurs et la sortie des produits de la combustion dans la cheminée. Cette entrée et sortie, et de même l'entrée de l'air dans les canaux à air chaud sont réglées par des valves.

Ceci dit, voici la marche de l'opération.

On remplit le four A de strontianite et de combustible (charbon en coke) et on allume le feu. Les produits de combustion sortent dans la cheminée en passant par les régénérateurs. Aussitôt que les régénérateurs sont devenus chauds, on n'introduit dans le four A plus de combustible, mais seulement de la strontianite. Puis on fait entrer des gaz provenant d'un gazogène dans les deux régénérateurs R à droite et R_{II} à gauche.

Les gaz réchauffés pendant leur passage à travers les régénérateurs remplis de briques traversent le four A et passent dans les deux chambres de chauffe inférieures B_{III} et B_{IV} . Là, ils rencontrent l'air sortant des canaux à air chaud L_{III} et L_{IV} et brûlent en passant dans les régénérateurs R_{III} et R_{IV} , qui sont, par suite, fortement chauffés. Au bout de trente minutes, on renverse le sens du mouvement. Les gaz arrivent alors par les régénérateurs R_{III} et R_{IV} , où ils sont fortement réchauffés, passent de là dans le four A et ensuite dans la chambre de combustion B_I et B_{II} . Là, ils viennent en contact avec l'air chaud des canaux L_I et L_{II} et brûlent dans les régénérateurs R_I et R_{II} , qui sont réchauffés à leur tour.

Au bout de trente minutes, on renverse de nouveau le sens du mouvement, et ainsi de suite.

On peut aussi à volonté varier le mouvement des gaz, en les faisant passer :

- a) En sens vertical de haut en bas ;
- b) En sens diagonal de haut en bas ;
- c) En sens horizontal de gauche à droite,

comme cela est exprimé par des flèches dans notre figure.

La manipulation des valves dans ces divers cas est très facile.

On pensera peut-être qu'il serait possible de remplacer le four de Meiser par un four annulaire tel qu'il est employé pour la cuisson des briques.

L'auteur (*) réfute cette opinion par le raisonnement qui suit :

(*) Extrait d'une lettre adressée à nous par M. Meiser, F. S.

1 kil. de houille ordinaire exige 10 kil. d'air (théoriquement $7\frac{1}{3}$ kil. d'air) pour sa combustion.

Comme la cuisson des briques n'exige que 4 % de houille, il est facile à comprendre que l'air qui sert à la combustion se réchauffe fortement au contact des briques chaudes, de manière à arriver au contact de la houille dans les conditions les plus favorables à la combustion.

Pour la strontianite, au contraire, cela n'a pas lieu.

La strontianite exige, pour sa combustion dans les meilleurs appareils, 5 à 6 fois son poids de houille, c'est-à-dire 50 à 60 fois son poids d'air. Mais comme la chaleur spécifique de l'air (0,275) est à celle de la strontianite (0,185) approximativement dans la proportion de 3 à 2, on conçoit que l'air nécessaire à la combustion ne saurait se réchauffer suffisamment au contact de la strontianite, et l'opération se fera dans de très mauvaises conditions.

Voilà la raison pourquoi les régénérateurs sont indispensables pour arriver à une décomposition rapide et économique de la strontianite.

Comme la rareté de la strontianite présente des difficultés sérieuses à l'extension de ce procédé, beaucoup de personnes se sont occupées de rechercher le moyen d'extraire la strontiane de la célestine. Ces inventions datent presque toutes de l'année passée.

La *célestine* ou sulfate de strontium est un minerai fort répandu surtout en Sicile. Ce pays en exporte actuellement de 4,000 à 5,000 tonnes par an, mais son exportation ira certainement en croissant à mesure que la fabrication du sucre à la strontiane s'étendra. La célestine est vendue à Hambourg à raison de 7 francs les 100 kilos, alors que la strontianite est vendue 45 francs par le consortium de Berlin (*).

Différents procédés ont été brevetés, destinés à transformer la célestine en carbonate de strontium ou en oxyde de strontium.

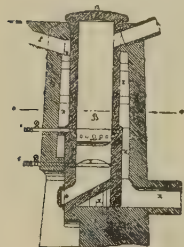


Fig. 222.

Nous allons les passer rapidement en revue, en faisant observer qu'une partie de ces procédés est également applicable, le cas échéant, pour transformer le sulfate de baryum en carbonate de baryum.

R. Ziomezynski (**) (à *Sudenbourg - Magdebourg*) conseille de réduire le sulfate de strontium par le charbon au rouge et de traiter le sulfate de strontium formé par un courant d'eau fortement surchauffée (dont la température est de 500° à 600° C.).

Dans ces conditions, il y a double décomposition ; il se forme l'oxyde de strontium et l'acide sulfhydrique se dégage.

L'opération se fait de la manière suivante (fig. 222) :

Au-dessous de l'ouverture d'un four *A* où s'opère le traitement par le charbon (c'est un four semblable à ceux qui servent pour la calcination de la soude) s'ouvre la gueule d'un cylindre *B*, chauffé extérieurement par une circulation de flamme *KKKKL*. La vapeur peut arriver par les tuyaux *E*, d'où elle se répand régulièrement dans l'intérieur du cylindre. Le tuyau *F* est assemblé avec

(*) *J. Dureau*. Etude sur l'extraction du sucre des mélasses.

(**) *N. Z.* 10, p. 21 et *J. d. F. S.* 24, n° 28.

des tuyaux *F* perforés à leurs parties inférieures et aux côtés et protégés par deux ponts voûtés *D*.

Un couvercle *C* forme une fermeture que l'on peut rapidement rendre hermétique. Au haut du cylindre *B* débouche un conduit *J* pour l'échappement des gaz.

Pour commencer le travail, on chasse l'air atmosphérique contenu dans l'appareil par un courant de vapeur, puis on ouvre le couvercle et on défourne, aussitôt la réduction terminée, les sulfures du four *A*, pour les introduire dans le cylindre *B* fortement chauffé. On ferme vivement le couvercle et l'on ouvre la soupape *F*, puis la soupape *E*. La température devient alors telle que la strontiane fond particulièrement et coule sur la sole inclinée *G* du cylindre. On la défourne ensuite par *H*.

Le **D^r Lohsse** (*) (*Gruna-Dresden*) réduit le sulfate de strontium par une calcination avec de l'oxyde de baryum. L'oxyde de baryum est obtenu en calcinant de la withérite pulvérisée avec 10 % de charbon. 150 parties de ce produit brut sont mélangées intimement avec 200 parties de célestine réduite en poudre fine et avec de l'eau, de manière à former une pâte homogène. L'eau est ensuite évaporée et le résidu calciné, puis lavé et évaporé. Théoriquement, 152,8 d'oxyde de baryum suffiraient pour traiter 185,2 de sulfate de strontium ; mais il est bon de prendre un excès de sulfate de strontium, pour se débarrasser complètement de la baryte.

H. Bolton (**) (*Londres*) traite la célestine pulvérisée par un mélange d'acide carbonique et d'ammoniaque. On peut se servir à cet effet des gaz qui sortent des hauts-fourneaux, des fours à coke, etc.

La poudre de célestine est humectée, puis versée sur des plaques perforées par lesquelles le gaz passe; on opère en vase clos ; il se forme du carbonate de strontium et du sulfate d'ammoniaque. Quand la réaction est terminée, on épuise la masse avec de l'eau. En concentrant la solution, on obtient du sulfate d'ammoniaque.

Le **D^r H. Grouven** (***) (*Leipzig*) a trouvé que la réduction du sulfate de strontium par le charbon se fait plus facilement en présence du sulfure de potassium, et peut s'opérer alors à une température beaucoup moins élevée. De plus, le sulfure de strontium se dissout plus facilement dans l'eau bouillante, quant il est en présence du sulfure de potassium ; enfin, la présence de ce corps facilite la décomposition du sulfure de strontium par l'acide carbonique. Le sulfure de potassium se produit en réduisant le sulfate double de potassium et de magnésium par le charbon.

Voici la manière d'opérer, d'après Grouven.

On mélange les substances suivantes :

190 à 200 kil. de célestine pulvérisée (= 2 atomes de sulfate de strontium).

202 à 205 kil. de sel double cristallisé (= 1 atome de sulfate double de potassium et de magnésium).

150 kil. de houille pulvérisée.

10 à 15 kil. de sulfate de potassium (résidu de l'opération précédente).

(*) N. Z. 10, p. 115.

(**) N. Z. 10, p. 150.

(***) N. Z. 11, p. 113.

Toutes ces substances sont finement pulvérisées et mélangées intimement, puis calcinées à l'abri de l'air. Cette calcination s'opère dans des creusets cylindriques en fonte d'Écosse, d'un diamètre intérieur de 0^m,410 sur une hauteur de 0^m,800, suspendus en séries au plafond d'un four bâti légèrement, que l'on chauffe au moyen du gaz d'un régénérateur. Chaque calcination dure 2 1/2 heures; on enlève alors chaque fois une série de creusets et on la remplace par une nouvelle.

Les creusets présentent plusieurs ouvertures de 10 millimètres de diamètre, par lesquelles s'échappent pendant la calcination les gaz formés (oxyde de carbone et hydrogène sulfuré) qui s'enflamment à la sortie et contribuent ainsi à l'échauffement du four. — Après le défournement, les creusets sont fermés par un couvercle. Il suffit de maintenir dans le four une chaleur suffisante pour fondre le cuivre.

Quand la calcination a été bien faite, un échantillon de la masse se dissoudra complètement dans l'acide chlorhydrique dilué et ne contient plus trace d'acide sulfurique. Elle contient de la magnésie, de l'hydrate de strontium, du sulfure de strontium et du sulfure de potassium. Après le refroidissement des creusets, on déverse la masse, qui se détache facilement (elle pèse ordinairement 250 kil.), à l'abri de l'air dans les vases d'extraction. Ce sont des caisses rondes, fermées, munies d'un agitateur et d'un double-fond permettant de cuire le contenu à la vapeur. On épuise à l'eau chaude et on décante aussi longtemps que la liqueur filtrée contient encore des traces de strontiane. En combinant six vases pareils pour former une batterie, on peut rendre l'épuisement continu. Le liquide filtré est incolore et limpide; en refroidissant, il laisse déposer plus de la moitié de l'oxyde de strontium qu'il contient. Mais comme ce dépôt n'est pas pur, il est préférable de traiter le tout à l'ébullition par l'acide carbonique, d'où il résulte un dépôt lourd de carbonate de strontium et une solution contenant environ 10 % de carbonate de potassium.

L'opération est terminée quand il ne se dégage plus aucune trace d'hydrogène sulfuré. Le carbonate de strontium est lavé dans un filtre-pressé, ce qui se fait très facilement. Il faut employer de l'acide carbonique pur produit par l'action de la vapeur d'eau sur du calcaire. Dans ces conditions, les gâteaux blancs formés sont très purs et contiennent 99 % de carbonate de strontium.

La solution de potasse est évaporée, grillée, puis redissoute dans un peu d'eau froide, pour éloigner l'oxyde de fer et du sulfate de potassium qu'elle pourrait contenir. On obtient alors un carbonate de potassium, titrant 98 %.

— Le peu de sulfate de potassium que l'on obtient retourne à une nouvelle opération. — 100 kilog. de célestine donnent environ 70 kilog. de carbonate de strontium et 30 kilog. de carbonate de potassium.

K. Lieber (*) (*Kaiserslautern*) emploie le procédé suivant :

La célestine est finement pulvérisée et mélangée avec un équivalent de chlorure de calcium, 4 équivalents de charbon et 1/2 équivalent de tournure de fer, puis fondue dans un four à revolver. La masse fondue est épuisée et les lessives sont débarrassées des sulfures restants au moyen d'une insufflation d'air. Pour transformer ensuite le chlorure de strontium en carbonate, on peut employer l'une des trois méthodes suivantes :

(*) N. Z. 11, p. 114.

a) Par le carbonate d'ammonium.

On retire de l'ammoniaque du chlorure d'ammonium ou mieux des eaux résultant de la fabrication du gaz d'éclairage chauffées avec de la chaux caustique; l'ammoniaque est concentré en le faisant passer par deux ou plusieurs vases; l'acide carbonique est produit, comme à l'ordinaire, par un four à chaux.

L'appareil dans lequel on opère est représenté figure 223. *A B C* sont des chaudières fermées en tôle, *D* est le carbonisateur, dans lequel on introduit le chlorure de strontium. Il contient un agitateur *m m m* à axe horizontal *l*. Les chaudières *A* et *B* peuvent être chauffées par la vapeur de retour des machines motrices.

On introduit dans la chaudière *A* par le tube *h* une lessive contenant du chlorure d'ammonium et du lait de chaux et l'on chauffe. L'ammoniaque mêlé à des vapeurs d'eau se dégage par le tuyau *p* dans la chaudière *B*, où l'eau est

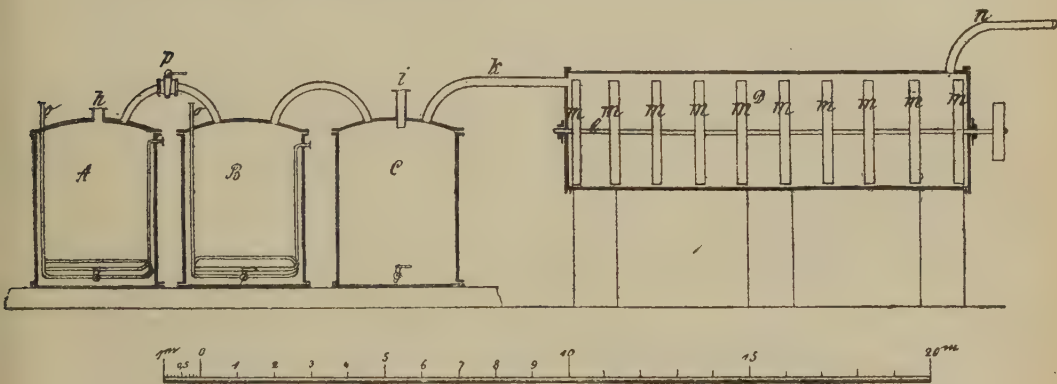


Fig. 223.

partiellement condensée, et l'ammoniaque plus concentré se dégage dans la chaudière *C*. Ici il se combine avec l'acide carbonique qui arrive par le tube *i*, et le carbonate d'ammoniaque se dégage dans le carbonisateur *D*, où il transforme le chlorure de strontium en carbonate. Le carbonate d'ammoniaque qui aurait pu s'échapper de cette réaction par le tube *n* est introduit dans une autre solution de chlorure de strontium de manière à être utilisé complètement.

Quand le liquide qui se trouve dans la chaudière *B* est fortement saturé d'ammoniaque, on le réchauffe à son tour, au moyen du serpentin *O*, et l'ammoniaque se dégage en *c*. La solution de carbonate d'ammonium qui reste en *C* est également employée pour précipiter une nouvelle quantité de chlorure de strontium, par la chaux caustique et l'acide carbonique.

On fait bouillir assez longtemps du lait de chaux (1 équivalent de Ca O sur un équivalent de Sr Cl^2) avec le chlorure de strontium, sous une pression de 4 à 5 atmosphères, puis on introduit de l'acide carbonique. Il se forme du carbonate de strontium. Le chlorure de calcium formé est employé pour décomposer une nouvelle quantité de célestine.

b) Par le carbonate de chaux finement pulvérisé.

On opère sous une pression de 4 à 5 atmosphères en injectant en même temps de l'acide carbonique. Il se forme du bicarbonate de strontium, qui se transforme ensuite par l'ébullition en carbonate neutre.

II. Niewerth (*) (*Hanovre*) opère de la manière suivante : La célestine pulvérisée est mélangée avec des quantités équivalentes de charbon et d'oxyde de fer (limonite). On calcine et puis on épuise la masse avec de l'eau à une température convenable. Il se forme de l'hydrate de strontium et du sulfure de fer que l'on sépare d'après des méthodes connues.

On peut aussi opérer de la manière suivante :

On calcine la célestine avec du charbon, on dissout le sulfure de strontium formé dans l'eau, puis on ajoute de l'oxyde de fer; ou bien on calcine la célestine avec du charbon, puis une deuxième fois avec de l'oxyde de fer, et l'on épuise finalement la masse. Les produits sont toujours le sulfure de fer et l'hydrate de strontium.

On peut remplacer l'oxyde de fer aussi par l'oxyde de plomb ou un autre oxyde métallique analogue.

D. Le travail à la chaux.

★ Dans le procédé dit de **substitution de Steffen** (**), l'emploi de l'alcool est complètement supprimé. On travaille comme il est indiqué ci-après.

Dans une série de récipients, on introduit de la mélasse ramenée à environ 6 % de sucre et de la chaux sous forme de lait à 30° B^e tant qu'il s'en dissout. La température ne peut pas dépasser 15° C. Pour 100 kil. de sucre, on emploie 28 kil. de chaux, qui se combine en sucre sous forme de sucrate monobasique.

La dissolution dans les récipients mélangeurs dure huit heures. On introduit ensuite le mélange dans des récipients cuiseurs fermés où il est chauffé. De 100 à 110° C., le sucrate de chaux se précipite. On refoule dans une batterie de filtres-presses. L'eau mère écoulée est refroidie à 15°, puis on lui restitue sa teneur saccharine de 6 % par une addition de mélasse. On ajoute ensuite du lait de chaux à 30° B^e pour remplacer la chaux précipitée, on mélange et on refroidit jusqu'à dissolution complète. On possède alors une solution de composition analogue à la solution primitive, grâce à la substitution d'une nouvelle quantité de sucre et de chaux à celle enlevée par la 1^{re} précipitation.

On traite cette nouvelle solution comme la 1^{re}, c'est-à-dire que l'on chauffe à 110° et passe au presse-filtre. On retient ainsi tout le sucre que l'on avait substitué dans la mélasse à celui enlevé par la 1^{re} opération. Les eaux mères reviennent aux mélangeurs comme précédemment, et ainsi de suite. Après une vingtaine de substitutions, l'eau mère devient trop chargée en sels et en impuretés. Il faut liquider alors, mais auparavant, on précipite le sucre dans l'eau mère par des additions successives de chaux et des passages successifs aux presses-filtres après le rechauffement à 110°.

On recommence ensuite une nouvelle série d'opérations avec de la mélasse fraîche ramenée à 6 % de sucre.

Primitivement les refroidissements s'opéraient à l'air libre. Pour pouvoir

(*) N. Z. 11, p. 218.

(**) J. d. F. S. 24, n° 7.

appliquer la substitution par toutes les températures ambiantes, on a employé dans la suite un refroidisseur système Neubecker. On emploie aussi depuis quelque temps la chaux en poudre fine au lieu de lait de chaux et dans la proportion de 60 kil. chaux % de mélasse. Il suffit, dans ces conditions, d'abaisser la température à 22, 25 ou même 30° C.

A la sucrerie de **M. Reinecke** (à *Gandersheim*), où la substitution est appliquée, on obtient par 100 kil. de mélasse un bénéfice net de 4 francs.

★ **S. Fudakowski** a écrit un mémoire assez complet sur le travail de plusieurs usines russes par la substitution.

Il décrit d'abord l'installation et la marche du procédé et entre dans des détails circonstanciés sur les frais, les dépenses, les produits constatés dans ces usines. Il donne aussi de nombreux tableaux d'analyse des différents liquides, du sucrate, des jus de betterave traités au sucrate, etc. Nous renvoyons à l'original de ce travail, qui ne saurait être utilement résumé (*).

J. Lach (**) (*Neustadt-Magdeburg*) a donné, dans l'assemblée générale des ingénieurs allemands, une conférence sur le procédé de la substitution, qui ne contient cependant rien de neuf.

Le **D^r von Lippmann** (***) (*Duisburg*) a eu l'occasion de travailler dans sa raffinerie des sucres provenant de la fabrique de Jülich qui avaient été obtenus directement du saccharate de chaux extrait de la mélasse par substitution. Ces sucres avaient l'aspect ordinaire et polarisaient 94 à 95 %; leur raffinage n'offrait aucune difficulté. On observait cependant assez fréquemment des cristaux d'une forme particulière (en aiguilles pointues); mais quand on faisait recristalliser ces sucres, on obtenait des candies de la forme ordinaire; seulement ils demandaient un peu plus de temps pour cristalliser. Les cristaux de sucre en aiguilles s'obtiennent mieux quand on fait cristalliser non pas dans une solution aqueuse, mais dans une solution alcoolique ou d'acétone.

Lippmann insiste sur les difficultés d'analyser les mélasses alors que par les divers systèmes d'extraction de sucre des mélasses, le calcul des rendements dépend en première ligne de cette analyse. Ainsi en analysant la même mélasse par 3 méthodes différentes, il a trouvé 63 par la polarisation en solution aqueuse, 53 par la polarisation en solution alcoolique et 58 par la méthode de l'inversion.

Laquelle des 3 méthodes est exacte? Nous n'en savons encore rien.

Souminski (†) donne quelques chiffres extraits du journal de la fabrique de Dingen (près de Hanovre), qui travaillait avec la substitution.

Nous donnons les chiffres calculés par 100 kilogrammes de mélasse en francs.

Dépenses :

100 kilogrammes de mélasse.	fr. 13,75
Houille	1,50
Main-d'œuvre	0,90
Toiles de filtres-presses	1,05
Chaux.	0,50
Éclairage	0,37
Amortissement du capital.	1,25
Total. , . fr.	19,32

(*) J. d. F. S. 24, n^{os} 36, 38 et 39.

(**) B. Z. VII, p. 208.

(***) Z. 33, p. 631.

(†) Sap. de Kieff, p. 267.

Recettes :

72 kilogrammes de sucre I produit (95 %)	27,60
10 kilogrammes de sucre II produit (92-93 %)	3,12
18 kilogrammes de mélasse.	1,22
	31,94

Soit fr. 12-62 de gain net par 100 kilogrammes de mélasse.

(Les droits sont compris dans le prix du sucre.)

On ajoutait au jus le saccharate provenant de 6 % de mélasse, et on obtenait ainsi environ 3 % de masse cuite en plus, qui avait un quotient de pureté de 91 à 92, et qui donnait 67 % de premier produit et 30 % de deuxième produit.

Le procédé de la substitution, du reste, malgré qu'il n'existe que depuis quelques années et qu'il a donné des résultats assez satisfaisants, va être abandonné complètement, selon toutes les probabilités, en faisant place au nouveau procédé inventé l'année dernière par Steffen et qu'il appelle :

LA SÉPARATION (Ausscheidung).

★ **E. von Lippmann** (*), dans une étude sur les saccharates de chaux, étudie les lois de leur formation et leur composition. Voici un résumé de ce travail.

La première méthode de préparation du saccharate monobasique consiste à mélanger à basse température (18° c. maximum) une solution sucrée de 5 à 6 % de sucre est un lait de chaux. La durée du mélange est de 14 à 16 heures. La dissolution est lente et elle s'accroît par le refroidissement.

En employant de gros morceaux de chaux caustique au lieu de lait, la dissolution s'effectue avec une forte élévation de température, et il ne se forme pas de saccharate.

En additionnant, au contraire, une quantité convenable de chaux vive pure et *très fine* dans une solution sucrée de 6 à 12 % et 15° centigrades, cette chaux se dissout immédiatement sans dégagement de chaleur et la formation du sucrate monobasique est instantanée.

La chaux ne s'hydrate donc pas préalablement.

La réaction est d'autant plus rapide et complète que la chaux est plus pure, plus fine, récemment calcinée, et le liquide plus froid.

S'il y a dans la chaux des particules plus grosses, ou même un excès de chaux, il y a alors hydratation de cet excès ou de ces morceaux avec dégagement de chaleur.

Si l'on ajoute à une dissolution sucrée préparée comme précédemment une nouvelle quantité de chaux vive en poudre, on constate une petite élévation de température et la précipitation immédiate du sucre à l'état de sucrate tribasique.

Si la quantité de chaux est trop faible, une partie du sucre est seulement précipitée. S'il y a excès de chaux, il se forme alors de l'hydrate de chaux.

Pour obtenir une précipitation complète, il faut observer les conditions suivantes : chaux fraîche, exempte d'hydrate, bien calcinée, réduite en poudre

(*) S. B. 12, n° 6.

impalpable ; solution sucrée entre 6 et 12 ‰, plutôt 6 ‰ : température *maximum* de 30°, mais plus bas si possible.

Le saccharate tribasique obtenu à froid diffère en plusieurs points du saccharate obtenu à chaud.

Le second est d'une texture pâteuse en général, difficilement pénétrable par les liquides et d'un lavage difficile. Le premier, au contraire, est granuleux, se sépare facilement du liquide où il a pris naissance et se lave rapidement.

Ce saccharate tribasique est soluble dans 200 parties d'eau froide.

Si l'on dépasse 35° C. de température, le sucrate tribasique se décompose en sucrate monobasique et hydrate de chaux.

La meilleure manière de préparer à froid le saccharate tribasique consiste à introduire dans la solution sucrée la chaux par petites portions tout en maintenant une basse température. Les premières portions de chaux forment du sucrate monobasique ; les dernières le précipitent à l'état tribasique. On peut opérer cette précipitation aussitôt le sucrate monobasique formé.

Lorsque la solution sucrée est très pauvre et la température très basse, on peut presque ajouter toute la chaux en une fois.

En opérant exactement, on peut retirer tout le sucre d'une solution sucrée en y ajoutant 3 de chaux pour 1 de sucre.

Le saccharate tribasique ne se conserve pas, même à l'état pur, plus de 2 ou 3 semaines. Après ce temps, la teneur en sucre diminue et il se forme des sels organiques de chaux. Le saccharate se conserve d'autant mieux qu'il est plus sec.

Les cristaux de sucre obtenus du saccharate tribasique préparé à froid n'ont pas la même forme cristalline que le sucre ordinaire, mais bien la forme d'aiguilles enchevêtrées. Redissous dans l'eau et recristallisé, le sucre reprend sa forme normale.

Les points indiqués ci-dessus constituent la théorie et la base du procédé d'extraction du sucre des mélasses appelé la « séparation » de *Steffen*.

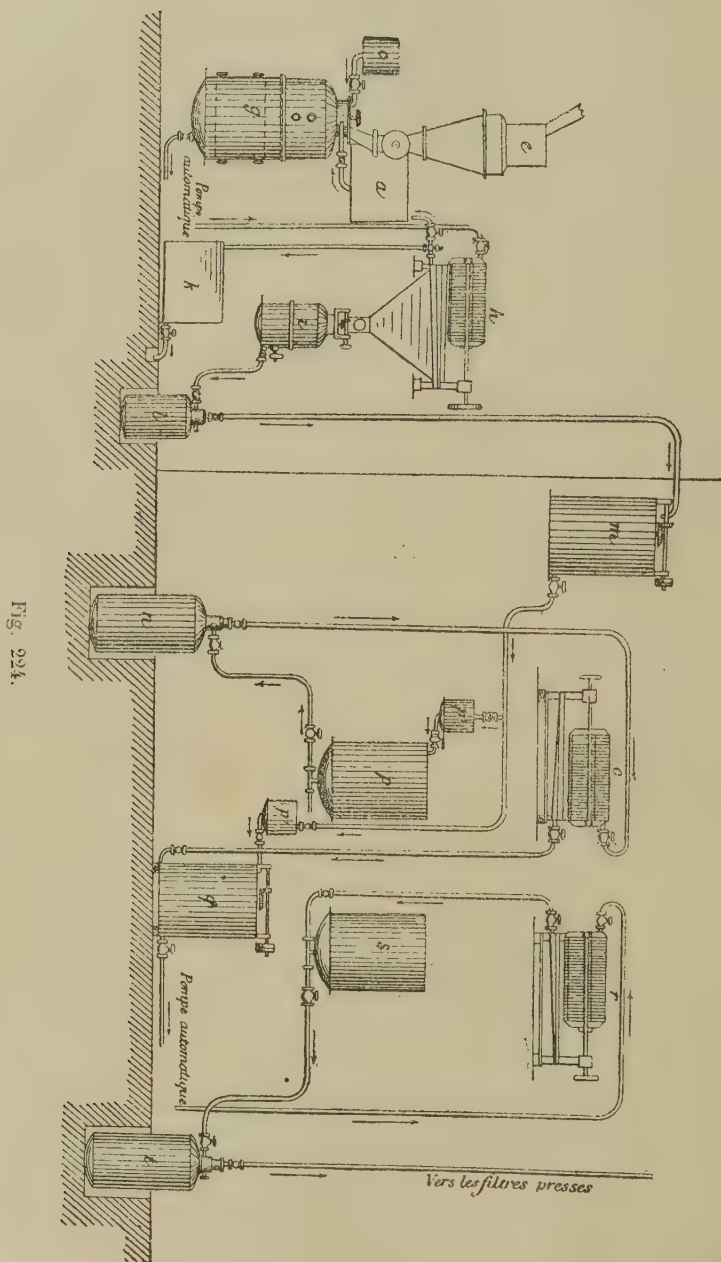
Nous donnerons maintenant d'après *RR* (*) la description sommaire du matériel nécessaire pour l'application de ce procédé.

Nous avons vu que la chaux doit être réduite en poudre impalpable. Pour l'obtenir telle, on la concasse d'abord au sortir du four dans un concasseur formé par deux mâchoires cannelées dont l'une est mobile de l'arrière à l'avant, puis amenée par un élévateur dans un moulin à meules de silex. La chaux réduite en poudre passe par un appareil magnétique qui retient les particules de fer et tombe de là dans l'appareil tamiseur qui se compose de deux tambours garnis de tissus métalliques. Le 1^{er} tambour blute. Ce qui passe arrive sur la toile métallique du second tambour. Cette toile ou cette gaze plutôt comporte 2,000 trous par cq. Un arbre à palettes projette la poussière de chaux contre cette surface. Ce qui ne passe pas, de même que le résidu du blutage, retourne au moulin.

Tous ces appareils sont renfermés dans des caisses entièrement closes. Des aspirateurs, par mesure de précaution, renouvellent constamment l'air de la place, et avant de le rejeter à l'extérieur, lui font traverser des cheminées garnies d'épaisses flanelles qui retiennent toutes les poussières.

(*) S. B. 12, n° 10.

La figure 224 représente une vue d'ensemble de l'installation de la séparation :



En sortant du blutoir, la farine de chaux passe par un mesureur *f* (divisé en 4 parties par un tourniquet) d'une contenance de 20 kilos de chaux, et tombe

par un caniveau en pente dans le *réfrigérant mélangeur*, qui ressemble assez bien à une caisse d'évaporation à tuyaux verticaux.

Pour commencer le travail, on introduit dans le *réfrigérant mélangeur* un certain volume d'eau froide qui servira à diluer la mélasse. Celle-ci est mesurée en *c*. Le mélange doit avoir environ 7 % de sucre par hectolitre. On refroidit à 15°. On introduit ensuite environ 130 kilogrammes de chaux pour 100 kilogrammes de sucre, mesurés en *f* et ajoutés par petites portions, de façon que la température ne dépasse pas 15° c. Il se forme du saccharate tribasique insoluble. On refoule le tout aux filtres-presses. La lessive mère qui s'écoule peut être abandonnée. Elle ne contient plus que très peu de sucre. Le saccharate retenu est lavé à l'eau froide. Les premiers liquides d'écoulement vont rejoindre l'eau mère, les seconds servent à diluer la mélasse dans le *réfrigérant mélangeur*. Après lavage, le saccharate a une pureté de 96 environ. Il est amené des filtres-presses dans un moulin malaxeur par une hélice où on le délaie soit avec du jus de betteraves, soit avec un petit jus quelconque pour en former un lait qui est employé en place du lait de chaux.

Presque toute la chaux employée à la séparation entre dans le saccharate. Cette chaux y est en partie combinée au sucre et en partie libre. Il entre dans le saccharate environ 3 kilogrammes de chaux % de betteraves travaillées. Si donc l'on emploie d'habitude pour l'épuration cette quantité de chaux, on pourra utiliser tout le saccharate en l'additionnant au jus.

Si l'on ne peut employer 3 % de chaux, il faut alors ou bien ne travailler pendant la période de fabrication qu'une partie des sirops 2^{es} jets, ou bien ne travailler par la séparation que les égouts de 2^{es} jets ou bien encore éliminer préalablement du saccharate une partie de la chaux libre qu'il contient.

On procède alors comme suit :

Le lait de saccharate est envoyé à la fabrique et se rassemble dans un réservoir agitateur *m*. Une partie du saccharate est mesuré en *p'* et introduit dans le carbonateur *q* en même temps que le jus de betteraves. On carbonate et passe aux filtres-presses *o*. Le saccharate non utilisé est envoyé en *q* ou on le mélange à du jus de betteraves. *Le saccharate tribasique de chaux se dissout seul*, la chaux reste en suspension. On refoule le mélange opéré en *q* dans un filtre-pressé *r* pour éliminer la chaux en excès, puis on lave le dépôt. Les petits jus rentrent dans le travail. Le jus clair qui s'écoule de *r* et qui contient le saccharate débarrassé de l'excès de chaux va à la deuxième carbonatation.

Les pertes en sucre se produisent 1° dans l'eau mère ; 2° dans la chaux retenue en *r* lorsque l'on effectue ce mode de travail.

L'eau mère renferme une petite quantité de sucre que l'on peut récupérer par un procédé très simple : on chauffe l'eau mère à 90° ; le sucrate qui s'était dissous à froid se précipite à chaud.

On passe rapidement au filtre-pressé pour éviter le refroidissement. Le saccharate retenu est, sans aucun lavage, redissous dans la mélasse dans le mélangeur refroidisseur.

Il est même déjà assez pur pour être ajouté directement aux jus de première carbonatation.

L'eau mère finale d'écoulement ne contient plus de sucre ou une quantité entièrement négligeable.

Pour une usine de 3,000 *hectolitres*, en Belgique, la prime de brevet s'élève à 40,000 francs environ.

L'installation, matériel, bâtiments, etc., de 90,000 à 100,000 francs, soit une dépense totale de 130,000 à 140,000 francs.

On pourrait retirer par ce procédé 47 à 48 kilogrammes de sucre d'une mélasse à 50 %.

12 usines belges travailleront avec la *séparation* pendant la campagne 1884-1885.

Le **D^r E. von Lippmann** (*) a donné plus tard quelques détails sur le travail de la *séparation*. Le point le plus essentiel, c'est que la chaux soit réduite en poudre impalpable et qu'elle soit fraîchement préparée et pure. Comme cette poudre contient parfois des particules de fer, on la fait passer, avant son entrée dans le blutoir, sur un disque magnétique qui retient le fer.

Il faut maintenir la température en dessous de 20° cent. (15° cent.?) pendant toute l'opération, qui dure environ 3/4 d'heure.

En pratique, pour 25 *hectolitres* de mélasse diluée, on ajoute la chaux nécessaire par portion de 5 kilogrammes (**), de minute en minute, de manière à arriver à 130 kilogrammes de chaux au moins par 100 kilogrammes de sucre.

Pour le refroidissement du mélange, il faut une quantité d'eau égale à 20 fois celle de la mélasse travaillée; l'eau s'échauffe pendant l'opération de 3° à 4° cent. Pendant le lavage du saccharate, la pression dans les filtres-presses ne doit pas dépasser 1 1/2 à 2 atmosphères. La pureté du saccharate lavé est généralement de 96, mais peut dépasser parfois 98, et même 100 (!).

Sur 100 parties de mélasse, on obtient 600 parties d'eaux de vidange, qui contiennent environ 0,6 % de sucre, soit 7,2 % de la mélasse travaillée. Quand on sépare la chaux du saccharate, on obtient plus de 100 % d'écumes à 0,9 % de sucre, soit une perte supplémentaire de 1,8 %, ou en tout 9 % de sucre. A cela il faut ajouter les pertes pour le travail du saccharate.

Steffen estime qu'en pratique la mélasse rend par la *séparation* 44 kilogrammes de sucre brut par 100 kilogrammes de mélasse.

Les frais d'installation se montent en Allemagne à 124,000 francs, brevet compris, pour un travail journalier de 15,000 kilogrammes de mélasse. Quant à la main-d'œuvre, il faut compter 14 ouvriers par 12 heures. La consommation en combustible est très faible et peut être estimée à 45 ou 50 % du poids de la mélasse travaillée. On peut compter de plus pour les toiles de filtres-presses 27 centimes par 100 kilogrammes de mélasse, et pour les autres matériaux, l'éclairage et les réparations, en tout 48 centimes.

Comme inconvénients de ce système, on peut citer la grande quantité d'eau nécessaire pour refroidir le mélange de chaux et de mélasse, et puis la difficulté de se débarrasser des eaux de vidange dont la quantité est de 600 à 800 % du poids de la mélasse.

Le **D^r Bärthlein** (*Sarstedt*) évalue les frais de travail pour 100 kilogrammes de mélasse comme suit :

(*) D. Z. I. IX, n° 5 et n° 25.

(**) Ceci est une erreur. C'est par portions de 18 à 20 kil. que la chaux est ajoutée ordinairement. F. S.

Toile des filtres-presses . . . fr.	0 20
Main-d'œuvre	0 57
Houille	0 77
Chaux	1 36
Eclairage et divers.	0 12
Total . . . fr.	3 02

On forme du saccharate un lait de chaux sucré qui a 50° Brix et qui contient 10 à 11 % de sucre, à une pureté de 95 à 96.

100 kil. de mélasse donnent 450 kil. de saccharate ou 3, 6 à 3, 8 hectolitres de lait de chaux sucré. Le lavage dans les filtres-presses doit se faire par de l'eau froide, dans laquelle on a dissous de la chaux.

En chauffant les eaux de vidange à 90°, on peut en extraire encore une grande partie du sucre qu'elles contiennent. La vapeur de retour de la machine motrice et de la pompe suffisent pour réchauffer ces eaux à 90°.

Le précipité formé a une pureté de 85 à 88, et peut être introduite dans la solution de mélasse destinée à la séparation. On a obtenu à Sarstädt 23 à 24 kil. de ce saccharate à 3, 6 % de sucre par 100 kil. de mélasse. Les eaux qui résultent de cette opération ne contiennent plus que des quantités de sucre insignifiantes. On peut précipiter la chaux par une saturation et puis évaporer ces eaux, qui donnent comme résidu un bon engrais.

Il est avantageux de précipiter la chaux dans une partie du saccharate avec du jus à 70°, et de faire passer l'hydrate de chaux déposé par des filtres-presses. Ce procédé a le seul inconvénient d'exiger une plus grande dépense pour les toiles des filtres-presses, que l'on peut évaluer à 30 centimes par 100 kil. de mélasse.

L'introduction du saccharate de chaux, loin de nuire, augmente, au contraire, notablement la facilité du travail, à cause de la grande pureté de ce saccharate.

A Sarstädt, on a fait après la campagne un essai de sept jours, pour voir quel serait le rendement en travaillant la mélasse seule. L'essai a été fait sur 39,150 kilogrammes de mélasse à 53,2 % de sucre. — On a obtenu dans la masse cuite 40,97 % de sucre, de sorte que la perte de sucre totale était de 12,23 %, dont 7,41 % constatée dans les eaux de vidange. On a obtenu en premier et deuxième jets 30,47 % de sucre de 96° respectivement de 93° de polarisation ; le rendement en troisième jet a été évalué à 4,06 % ; soit un rendement total de 34,5 %. — La masse cuite polarisait 88,2 et sa pureté était de 97,5. Le travail a été fait dans des conditions très défavorables, et malgré cela, on a gagné encore près de 4 francs par 100 kilogrammes de mélasse.

Les cristaux de sucre n'avaient pas la forme ordinaire, mais bien celle d'aiguilles. Cependant, en les soumettant à une deuxième cristallisation, la forme ordinaire reparaissait.

Cette dernière observation est confirmée par **von Lippmann**.

L'administration de l'atelier de construction de **Braunschweig** (*) (*Brunswick*), qui s'occupe spécialement de l'installation de la séparation de Steffen, a pris, dans ces derniers temps, encore deux brevets relatifs à ce procédé, qui ont

(*) N. Z. XII, p. 176 et 219.

pour objet de remplacer la chaux qu'il faut ajouter à la mélasse par un saccharate de chaux qui contient plus de chaux que le saccharate monobasique, ce qui aurait pour effet de faciliter le mélange et de développer moins de chaleur.

(La description de ces procédés supplémentaires est fort embrouillée, et par suite le brevet qui ne porte pas sur des faits bien clairs ne peut avoir beaucoup de valeur en pratique. F. S.)

Le **D^r W. Wolters** (*) (*Cologne*) a écrit un petit article sur les propriétés de la chaux fraîchement calcinée et sur sa manière d'agir sur les solutions sucrées. Pour donner une mesure des connaissances chimiques de ce savant(!), nous citerons le fait qu'il écrit la formule de la chaux constamment Ca O_2 , alors que tout le monde sait que sa formule est Ca O .

Wolters prétend avoir trouvé une méthode pour préparer un saccharate de chaux quadrobasique ; et voici comment il opère :

On pulvérise grossièrement de la chaux qui a été calcinée au jaune (c'est-à-dire plus fort que cela se fait d'ordinaire) et on verse sur cette chaux une solution contenant 8 à 10 % de sucre en quantité telle qu'il se forme un saccharate de chaux tribasique. Le mélange est finement pulvérisé en maintenant une forte température, puis on filtre. La solution filtrée contient 3 atomes de chaux sur 1 atome de sucre. On ajoute encore $1/2$ atome de chaux pulvérisée grossièrement, puis on pulvérise finement le mélange et on filtre. Le précipité qui se forme, et dont on sépare les morceaux de chaux restés par une décantation, a une combinaison régulière de 1 atome de sucre sur 4 atomes de chaux.

Sur cette réaction, Wolters a basé un procédé qui ne paraît cependant guère être différent du procédé de la séparation de Steffen.

Le **D^r von Lippmann** réfute les théories de Wolters, qui non seulement ne reposent sur aucun fondement scientifique, mais ne sont pas même fort compréhensibles. Un procédé basé sur des indications aussi vagues que celui de Wolters ne peut être breveté. Il résulte des expériences de Lippmann que le sucre peut se combiner avec la chaux dans les proportions les plus variables, depuis 1 à 10 molécules de chaux par molécule de sucre, mais qu'il n'est nullement constaté que ce sont là toutes des combinaisons chimiques. (Des expériences sur la même question ont été faites également par M. Horsin-Déon, voir son traité de fabrication. F. S.)

Le **D^r Jünemann** (**) a proposé un autre procédé, basé également sur l'extraction du sucre de la mélasse par la chaux, mais qui diffère essentiellement du procédé de Steffen, en cela qu'il faut opérer non pas à froid, mais à chaud.

Voici la description de ce procédé :

Dans une chaudière couverte se trouve un agitateur et un serpentín à vapeur. On introduit de la mélasse diluée, dont le poids spécifique est 1,065 et on la réchauffe jusqu'à 100° centigrades. On fait arriver ensuite du lait de chaux, dont le poids spécifique est de 1,07, en un mince filet, et on continue jusqu'à ce qu'on ait constaté qu'il n'existe plus de sucre libre dans la masse bouillante. L'opération dure généralement de 10 à 12 heures. On arrête alors

(*) D. Z. I. VIII, nos 27, 28, 29 et 30.

(**) O. XXI, p. 840.

l'introduction du lait de chaux et on fait passer la masse bouillante par des filtres-presses, où elle est lavée à l'eau chaude. On obtient ainsi, d'après l'inventeur, 98 % du sucre contenu dans la mélasse. On réussit seulement en observant strictement la condition prescrite, de ne faire entrer le lait de chaux que fort lentement, de manière que le sucre ne vient en contact à la fois qu'avec de petites quantités de chaux.

En décomposant le sucrate de chaux formé par l'acide carbonique, on obtient un jus qu'il est facile d'épurer soit par une filtration sur le noir animal, soit par l'hydrate d'alumine liquide, d'après le procédé inventé par le même Dr Jünemann (voir chapitre III).

Jünemann donne, de plus, un calcul du gain probable qu'on obtiendrait en appliquant son procédé et qui est, évidemment, très considérable (130 %). Mais comme tout s'est borné jusqu'ici à des essais de laboratoire, nous préférons ne pas reproduire ici ces chiffres fantastiques.

P. Sladeck (*) (*Hanovre*) s'est fait breveter un procédé, dans lequel la formation du sucrate de chaux se fait sous une pression de 4 à 10 atmosphères (fig. 225).

L'appareil principal est un cylindre en tôle ou en fonte *B*, dans lequel se trouve un agitateur. On introduit dans ce cylindre la mélasse diluée et du lait de chaux qui ont été préalablement chauffés à une température correspondante à la pression voulue. — Sous la pression de 4 à 10 atmosphères qui règne dans cet appareil, il se forme un saccharate de chaux insoluble, qui est lavé à l'eau chaude dans le cylindre même.

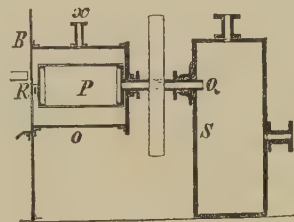


Fig. 225.

Le cylindre *B* communique latéralement avec un petit compartiment *O* dans lequel tourne un tambour *P* recouvert d'un tamis en tôle perforé, ou en tissu métallique, ou en tôle. — Les eaux de lavage passent à l'intérieur du tambour et s'écoulent par l'axe creux *Q* du tambour dans un vase collecteur *S*. Le dépôt qui pourrait se former à l'extérieur du tambour est rejeté sur une hélice qui le transporte à l'intérieur du cylindre principal.

Rappelons encore ici le procédé de **Boivin et Loiseau** (**) (*Paris*) et qui consiste à transformer le sucre contenu dans la mélasse en sucre d'hydrocarbonate de chaux. Ce sucrate, qui est encore peu étudié, se composerait, d'après les inventeurs de ce procédé, de 48 parties de sucre, de 39 parties de chaux et 18 parties d'acide carbonique libre (total 105 parties !!) et serait presque insoluble dans l'eau de chaux.

Voici la description du procédé :

On emploie 0,7 kil. de chaux par 1 kil. de mélasse à 40° B.

La chaux est plongée dans l'eau froide pendant 2 ou 3 minutes, de manière à ce qu'elle n'absorbe que le moins d'eau possible. Puis on la laisse s'éteindre dans un vase muni d'un agitateur et dans le fond duquel se trouve un tamis. Puis la chaux éteinte est régulièrement étendue et recouverte d'une solution de mélasse diluée à 12 ou 15° B. On mélange au moyen de l'agitateur et

(*) N. Z. XI, p. 128.

(**) D. Z. I. IX, p. 431.

on passe la solution à travers le tamis, de manière à retenir sur celui-ci les gros morceaux. Le liquide est ensuite refroidi et agité pour faire dissoudre la chaux qui aurait pu se déposer au fond. Il arrive alors dans un cylindre ouvert muni d'agitateurs et entouré d'un réfrigérant. L'acide carbonique sort par des bras rotatifs qui se trouvent dans ce cylindre et agit sur le saccharate de chaux, en formant une masse épaisse. (Le réfrigérant est nécessaire à cause de la chaleur qui se développe dans cette réaction.) Cette masse est introduite alors dans une caisse en tôle, entourée d'un réfrigérant, dans laquelle se trouve un piston percé par des ouvertures nombreuses, et qui a un mouvement de va-et-vient, de manière à bien pétrir la masse, alors que l'acide carbonique arrive constamment dans la masse par des soupapes qui se trouvent des deux côtés du piston et qui s'ouvrent alternativement. La température ne doit pas dépasser 25° C. pendant tout le procès. Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux formé est évacué de la caisse par le piston d'une pompe hydraulique ou une autre disposition de ce genre, et il est coupé par une presse à tamis en fils longs et minces (d'un diamètre de 3 à 5 millimètres). Puis ce sucrate est épuisé par un courant constant d'eau de chaux (20° C.) qui entre par le haut alors que la lessive impure s'écoule en bas par un siphon. L'épuisement dure 2 heures ou plus, selon l'épaisseur des fils formés. Du reste, la longue durée de l'épuisement n'a aucun inconvénient, puisque le saccharate est presque insoluble dans l'eau de chaux. Le sucrate pur est décomposé par l'acide carbonique à 25° dans des appareils munis d'un piston perforé, semblable à l'appareil que nous venons de décrire, puis on le fait bouillir et enfin filtrer. Le jus obtenu est traité exactement de la même façon que le jus saturé. Ce procédé a été expérimenté dans la raffinerie de A. Sommier et C^{ie} (*). Les avantages de ce procédé, pourvu qu'il soit sanctionné par la pratique, sont incontestables.

E. — PROCÉDÉS DIVERS.

Dominique Crispo (**) (*Gand*) s'est fait breveter pour un procédé fort original, destiné à décolorer les sirops au moyen de l'hydrogène à l'état naissant.

L'hydrogène naissant est produit par l'action de l'acide sulfurique dilué sur le zinc en présence du sirop. L'appareil de Crispo se compose d'un cylindre horizontal en tôle, par lequel passe un axe horizontal qui porte des brosses disposées en hélice, dont le but est d'activer la réaction par un mélange intime.

On introduit dans le cylindre d'abord de la poudre de zinc en assez forte quantité (à peu près 100 fois la quantité théorique), puis le sirop, et enfin peu à peu de l'acide sulfurique dilué (2 à 5 litres d'acide sulfurique de 66° dilué dans 10 fois son poids d'eau par hectolitre de sirop), et on mélange le tout intimement. Au bout d'une demi-heure, toute l'opération est terminée; on laisse déposer le zinc pendant une demi-heure et on décante ensuite le sirop. On introduit celui-ci, qui contient du sulfate de zinc, dans une chaudière munie d'un agitateur et d'un système de réchauffage quelconque, et on y ajoute du sulfure de baryum qui décompose le sulfate de zinc, en formant un précipité de sulfure de zinc et de sulfate de baryum.

(*) S. I. XXII, p. 473.

(**) N. Z. XII, p. 216.

Pour être sûr que tout le sulfate de zinc a été précipité, l'auteur ajoute un excès de 1/100 de la quantité de sulfure de baryum théoriquement calculée ; ce qui, d'après lui, n'aurait pas d'inconvénient.

Crispo conseille d'employer pour la décoloration d'un hectolitre de sirop, au maximum :

920 gr. d'acide sulfurique à 66°;
620 gr. de zinc en poussière;
1,500 gr. de sulfure de baryum.

Enfin, il a trouvé que l'acide sulfurique, quand il est lentement introduit dans le cylindre, n'invertit pas le sucre dans les conditions indiquées.

(Ce procédé ne paraît guère pratique. L'introduction, dans le sirop, d'un sel de baryum et du zinc, qui contient souvent du plomb, du cadmium et de l'arsenic, est très dangereuse et ne sera probablement pas tolérée par les autorités. De plus, la dépense et les soins nécessaires pour la pratique de ce procédé ne sont nullement en rapport avec le faible avantage qu'on obtient par la décoloration du sirop. On peut atteindre ce but beaucoup mieux par l'emploi du noir animal. F. S.)

Faisons observer encore que ce procédé est aussi applicable pour la décoloration du sucre de glucose ; on peut même remplacer, dans ce cas, le zinc par la tournure de fer.

F. Gerke (*) (*Pensa, Russie*) a essayé d'employer l'alumine ordinaire du commerce, pour décolorer les sucres des arrière-produits devant être transformés en sucres blancs. Il dissolvait le sucre et déféquait le jus produit avec de la chaux, en enlevant les écumes qui s'étaient formées dans cette opération, puis il ajoutait 1 kilogramme d'alumine en dissolution (la dissolution doit être faite dans un réservoir en bois) par 15 hectolitres de jus. Il se forme alors de nouveau des écumes et, quand on enlève celles-ci, la solution paraît beaucoup plus claire.

Pour les sirops des arrière-produits, l'alumine ne paraît pas avoir beaucoup d'effet, car il ne se forme que peu d'écumes. Les sirops se décolorent un peu, il est vrai, mais cette décoloration n'est qu'apparente et, au bout de peu de temps, ils redeviennent ce qu'ils étaient. Seulement, pour les sirops qui accusent un commencement de fermentation et auxquels on ajoute alors ordinairement de la chaux, l'addition de l'alumine après la chaux paraît offrir des avantages. Il se forme alors une couche épaisse d'écumes, et le sirop redevient de bonne qualité.

Mentionnons encore ici le procédé de **Iwan Gans** (**) (*Hamburg*), destiné à extraire le sucre des sirops ou des mélasses au moyen de l'hydrate d'alumine liquide. Ce procédé est identique à celui de Jünemann, décrit précédemment (3^e chapitre, D).

Dugald Mac Eachran (***) (*Greenock, Angleterre*) conseille l'épuration des jus sucrés par le protoxyde de manganèse. On peut employer aussi d'autres sels de manganèse, tels que la pyrolusite, la braünite, la häusmanite, le sulfate de manganèse, etc.

(*) Sapiski de Kieff, p. 327.

(**) Voir D. Z. I. IX, n^o 17.

(***) N. Z. XI, p. 169.

Le protoxyde de manganèse (ou un autre sel de manganèse) est ajouté au jus en poudre fine et en quantité très variable depuis $1/2\%$ jusqu'à 7% des masses travaillées. On fait déposer la boue qui se forme pendant l'épuration dans une caisse présentant latéralement plusieurs ouvertures couvertes de tamis, par lesquelles le jus peut s'écouler sans entraîner la boue qui se dépose au fond. Les jus passent ensuite par un filtre dans les bacs de clarification. Ils y sont décolorés au moyen de la chaux ajoutée en poudre fine ; puis celle-ci est précipitée par l'acide carbonique ou l'acide sulfureux.

On emploie tout au plus 1 partie de chaux par 20 parties de solutions sucrées.

On filtre encore une fois sur du noir animal ou du charbon de bois.

Les boues manganiques sont réunies et, après avoir été épuisées par de l'eau chaude ou de la vapeur, sont revivifiées par une calcination qui détruit les matières organiques entraînées. Les cendres sont ensuite épurées par un lavage pour être employées une seconde fois.

Les combinaisons de manganèses mélangées avec du noir animal ou du charbon de bois peuvent servir également pour épurer des liquides autres que les jus sucrés.

Un procédé d'extraction qui pourrait devenir un concurrent sérieux (?) du procédé de la séparation de Steffen, c'est le procédé à la magnésie du **D^r L. Harperath (*)**.

On se sert pour ce procédé de dolomite calcinée ou bien de chaux contenant environ 25% de magnésie ; il n'y a aucun inconvénient si le minéral contient des impuretés, telles que : l'argile, l'acide silicique, etc. La dolomite est pulvérisée et tamisée *immédiatement* après la calcination, puis elle est introduite peu à peu dans une solution de mélasse contenant 10 à 14% de sucre (pour des essais aux laboratoires il vaut mieux prendre de la mélasse à 8% de sucre), qui est fortement agitée.

La quantité de dolomite ajoutée est de 60 à 100% du poids du sucre contenu dans la mélasse. La température à laquelle on opère est indifférente, il suffit que l'on ne dépasse pas 37° cent.

Par le mélange de la dolomite et de la mélasse, on obtient une solution qui contient du saccharate de chaux bibasique, divers sels organiques et inorganiques et, surtout, quelques sels solubles de chaux et de magnésie.

Il reste un dépôt qui est formé de divers sels insolubles d'impuretés qui se trouvaient dans la dolomite, de chaux hydratée, de carbonate de chaux, d'oxyde de magnésie, d'hydrate de magnésie et de carbonate de magnésie.

L'action de la magnésie consiste dans la transformation de l'oxyde de magnésie en hydrate. Cette transformation, qui ne se fait d'ordinaire que difficilement, se fait facilement en présence de la chaux vive. La chaux vive en se transformant en chaux hydratée dégage de la chaleur, et celle-ci devient latente en transformant l'oxyde de magnésie en hydrate.

Il n'y a donc aucune élévation de température, ce qui constituerait le premier avantage du système Harperath comparé à la séparation Steffen. Il est facile de séparer ensuite par les filtres-presses le liquide du dépôt, pour éloigner les sels insolubles de chaux et de magnésie qui pourraient être décomposés de nou-

(*) D. Z. I. IX, n^{os} 17, 18, 26 et 27.

veau par la carbonatation. Mais cette séparation n'est nécessaire que quand on ne veut pas décomposer plus tard par une solution de sucre comme cela se fait ordinairement.

Le mélange de dolomite et de mélasse (ou la solution filtrée) qui a été agité jusqu'ici, est laissé en repos pendant 5 à 10 minutes, puis on ajoute encore 30 à 50 % de dolomite, pour précipiter le saccharate double de chaux et de magnésie; il n'y a même aucun inconvénient d'ajouter encore de la chaux dans ce cas, car il reste alors dans le liquide toujours de la magnésie résultant des opérations précédentes. (Quand la solution a été filtrée, elle ne contiendra plus de magnésie et, par suite, on ne peut ajouter de la chaux.)

Tout le sucre est ainsi précipité à l'état de saccharate double de chaux et de magnésie, et ce sel est absolument insoluble dans l'eau, alors que le saccharate de chaux obtenu dans le procédé de la séparation de Steffen est un peu soluble, de manière que toutes les eaux de lavage contiennent encore environ 0,5 % de sucre. Voilà le deuxième avantage attribué au système Harperath. Ajoutons à cela que le saccharate d'après le procédé Steffen se décompose très rapidement, même après avoir été filtré, et même le saccharate peut redevenir soluble quand il y a un assez long arrêt dans le travail; alors que le saccharate magnésien se conserve presque indéfiniment, même sans avoir été filtré, et ne peut jamais redevenir soluble, même après un arrêt de plusieurs jours.

Le saccharate double de chaux et de magnésie peut être décomposé par la même quantité d'une solution sucrée chaude dans un monosaccharate double de chaux et de magnésie, de manière à former un mélange de monosaccharate de chaux et de monosaccharate de magnésie. Quand le saccharate est vieux de quelques jours, cette décomposition n'est plus possible, et on ne peut plus décomposer qu'au moyen de l'acide carbonique; encore une propriété caractéristique de ce saccharate. Après la décomposition, on fait carbonater, et il en résulte une solution de sucre pur. Le dépôt formé pendant la décomposition se compose essentiellement de chaux et de magnésie et peut être employé de nouveau à la précipitation, après avoir été calciné à 400°.

(Pour les essais de laboratoire, Harperath conseille de verser de l'eau sur la dolomite calcinée, de manière à la hydrater, et puis de la calciner à 400°; on obtient alors une matière très appropriée aux essais de ce genre.)

Le procédé de Harperath n'est pas seulement applicable aux mélasses, mais aussi à l'extraction du sucre directement des betteraves râpées, sans qu'il soit nécessaire de les presser.

De plus, il est applicable pour toutes les substances qui contiennent de l'amidon. Cet amidon est transformé préalablement en sucre de raisin, en faisant bouillir les fruits (pommes de terre, châtaignes, maïs, etc.), réduits en pâte et mélangés avec des acides dilués. Cette fabrication est plus avantageuse que celle de l'extrait du sucre de betteraves, car elle n'exige que 50 % de dolomite du poids du sucre travaillé.

(D'après les dernières nouvelles que nous avons reçu de l'Allemagne, le procédé Harperath ne paraît pas tenir ce qu'il promet. Il convient donc d'être réservé à son égard. F. S.)

★ Le procédé d'extraction du sucre des mélasses de **A. Wernicke** (*) repose

(*) S. B. 11, n° 15.

sur l'insolubilité du sucre cristallisable dans l'acide acétique concentré et sur la solubilité du non-sucre dans ce même acide.

Pour retirer le sucre cristallisable d'un sucre brut, on le dessèche d'abord, on le refroidit au-dessous de 70° C. et on le malaxe dans un cylindre horizontal avec une quantité d'acide variant de 50 à 70 °/o. On brasse pendant 36 à 48 heures. Après repos, le sucre se dépose à l'état pur et l'eau mère contenant les impuretés surnage.

On sépare le sucre par turbinage, on le lave dans la turbine avec de l'acide acétique, et on le sèche dans un cylindre clos, par la vapeur.

Les vapeurs d'acide acétique sont condensées.

Pour appliquer le procédé aux mélasses, sirops, jus sucrés, il faut les concentrer à 45 ou 50° Baumé. La quantité d'acide varie dans ce cas de 75 à 90 °/o, suivant la concentration.

L'acide acétique doit être très concentré (98 °/o d'acide pur).

Pour les sucres bruts et les mélasses à 50° Baumé, on pourra employer de l'acide à 90 °/o.

On débarrasse la lessive mère de l'acide acétique par distillation. Le résidu peut servir comme engrais et pour la fabrication de l'ammoniaque méthylamine, potasse, etc.

★ **A. Schwalm** (*) a entrepris des essais de laboratoire sur le procédé précédent.

Le traitement sur la mélasse donnait du sucre pauvre (87 °/o de cristallisable) contenant beaucoup de sucre interverti. Rendement °/o kilos mélasses = 44 °/o.

Avec 70, 80 et 90 °/o d'acide acétique, les résultats ont été les mêmes.

Le traitement d'un sucre 1^{er} jet a fourni du sucre à peu près blanc, mais non vendable en consommation. Pas de sucre inverti dans ce cas. L'auteur ne croit pas à la réussite du procédé **Wernicke** : le matériel et les frais sont beaucoup trop élevés.

★ F. DISTILLATION DES MÉLASSES.

Le comité des distillateurs français désirant réglementer et régulariser la vente des mélasses, a soumis aux intéressés un projet de marché, dans lequel on remarque les clauses suivantes (**):

1° La mélasse doit être le produit naturel des fabriques de sucre; elle n'aura pas fermenté, ne sera pas caramélisée ni mélangée d'eaux ou sirops d'exosmose ni d'anciens produits issus d'eaux d'exosmose.

2° Richesse minima en sucre cristallisable = 44 °/o. — La quantité d'alcool produit doit être proportionnelle au taux de sucre.

3° Les glucoses ne compteront pas comme sucre !!!!

4° Le prix est fixé pour une densité de 40° Baumé à 15° c. Chaque degré au-dessus de 40° donnera lieu à une augmentation de 2 1/2 °/o; chaque degré au-dessous de 40° donnera lieu à une diminution de 3 °/o. Les fractions de degré sont acquises à l'acheteur. Les livraisons se font à 43° maximum et 37° minimum.

(*) S. I. 22, n° 19.

(**) S. I. 22, n° 5.

G. Sencier (*) établit par le calcul que le fabricant est toujours lésé en suivant les règles précédentes, du moment où il ne fournit pas ses mélasses exactement à 40° B. Toutefois la différence est minime (**).

Leplay (***) étudie en détail le nouveau projet de marché de mélasses : l'interdit jeté sur tous les produits issus d'eau d'exosmose lui paraissant injuste, l'osmose multiple telle que certains fabricants la pratiquent permettant d'obtenir avec les eaux d'exosmose de véritables mélasses plus pures et plus fermentescibles que les mélasses normales.

Par quelle méthode aussi sera dosé le sucre cristallisable, certaines mélasses offrant entre le titrage au saccharimètre et le titrage à la liqueur de cuivre des différences atteignant même 20 à 25 % du sucre.

L'article stipulant que la mélasse doit fermenter naturellement par les procédés en usage paraît aussi sujet à équivoques, les procédés à employer devant varier quelquefois suivant la nature du produit.

D'après Leplay, il serait beaucoup plus équitable de déterminer la valeur des mélasses directement par leur rendement en alcool. On éviterait ainsi les erreurs dues à la méthode de dosage du sucre cristallisable, on tiendrait compte des glucoses fermentescibles, et les glucoses non fermentescibles visés dans l'article 3° seraient seuls atteints.

H. Leplay (†), dans un travail très détaillé, donne une méthode pratique pour la détermination de la valeur des mélasses par fermentation et distillation au laboratoire.

Nous en donnons ci-après un résumé condensé :

1° Les mélasses, pour donner le maximum de rendement en alcool, doivent contenir une certaine quantité d'acide libre, variable suivant les mélasses. Il faut donc saturer d'abord l'alcalinité, puis ajouter un certain excès d'acide, généralement d'acide sulfurique. On évite ainsi la formation de l'acide lactique pendant la fermentation.

La quantité d'acide sulfurique à employer doit être telle que, après fermentation, l'acidité ne soit pas augmentée. Il en faut en général de 3/4 à 2 % du poids de la mélasse.

Si la mélasse renferme des nitrites, la fermentation peut ne pas se déclarer. L'acide sulfurique ajouté met en liberté de l'acide nitreux qui se décompose en bioxyde d'azote gazeux et en acide hyponitrique qui se dissout dans la dissolution de mélasse et paralyse complètement l'action du ferment. Il faut, dans ce cas, soumettre la mélasse diluée de 50 % et additionnée d'acide sulfurique à une ébullition préalable de 1/4 d'heure, de façon à dégager toutes les vapeurs nitreuses.

La quantité d'acide sulfurique doit être suffisante pour décomposer tous les nitrites. Toutefois un excès d'acide doit être évité : on ne doit en ajouter que juste ce qu'il en faut pour déplacer les acides des sels organiques alcalins. Un peu d'acide sulfurique libre paralyse le ferment. La fermentation doit se faire sur des proportions d'eau et de mélasse telles que, l'opération étant terminée, le liquide soit à la richesse de 6 % d'alcool en volume environ.

(*) S. I. 22, n° 6.

(**) S. I. 22, n° 10.

(***) S. I. 22, n° 7.

(†) S. I. 22, nos 17, 18 et 19.

En général, il faut 200 grammes de mélasse pour un volume total de 1 litre. On diminue si le produit est plus riche en sucre. On n'augmente pas s'il est moins riche, car la quantité de sels deviendrait alors trop forte. La fermentation doit s'effectuer entre 20 et 25°, et la température ne doit jamais atteindre 30°.

Le ferment employé doit être la levûre de bière fraîche, pressée, n'adhérant pas aux doigts, se rompant facilement sans s'émietter, provenant d'une fabrication de bière sans l'emploi du glucose fabriqué par les acides. On en emploie 5 % du poids de la mélasse. L'addition doit être faite sur la mélasse diluée. La fermentation étant terminée, on distille une partie du liquide et on détermine le litre en alcool avec toutes les précautions d'usage.

On peut constater empiriquement la quantité d'alcool formé par la fermentation de la mélasse : On détermine le D^e Baumé de la solution avant l'introduction de la levûre, soit 8°,2 ; on détermine le D^e Baumé après la fermentation lorsque le liquide est éclairci et la levûre déposée, soit 3°. Chaque degré disparu représente 1 % d'alcool en volume. Dans l'exemple cité, le liquide fermenté contiendra 5,2 % alcool en volume.

Les résultats sont très exacts et on peut se servir de ce procédé pour suivre chaque jour les progrès de la fermentation, en prenant régulièrement toutes les 24 heures le degré Baumé du liquide en fermentation.

On ramène le titre alcoolique à 100 grammes de mélasse, et pour déterminer le taux de sucre cristallisable qui y correspond, on fait au préalable un essai de fermentation identiquement dans les mêmes conditions, en employant une dissolution à 100 grammes de sucre pur par litre. Le coefficient obtenu dans les conditions de l'expérience sert alors pour la mélasse.

Leplay propose de ne pas transformer la richesse alcoolique en sucre, mais bien de baser le prix de la mélasse d'après le rendement en alcool directement.

Voici la description d'une opération de fermentation au laboratoire : On pèse 200 grammes mélasse de 1 ballon jaugé de 1 litre — ajoute 200 centilitres eau — agite — sature l'alcalinite déterminée préalablement — ajoute la quantité d'acide que l'on juge nécessaire à la bonne fermentation — complète le volume à 1 litre à 15° c. — agite — prend le degré Baumé — vide environ 900 centilitres dans un flacon à étroite ouverture de 1 litre 1/4 à 1 litre 1/2.

On pèse 10 grammes de levure, y ajoute 10 grammes de solution de mélasse, délaye et ajoute encore environ 90 centilitres mélasse en mélangeant de façon à éviter les grumeaux. On vide alors le tout dans le flacon ainsi que ce qui reste dans la carafe. On ajoute dans le flacon 2 à 3 centilitres d'huile d'œillette ou d'olive pour empêcher les mousses de s'élever — bouche le flacon par un bouchon caoutchouc muni d'un tube en S contenant un index de mercure. On maintient ensuite le tout à 20 ou 25°. L'index de mercure est nécessaire pour empêcher la rentrée de l'air et l'action de l'oxygène sur l'alcool formé. La fermentation est terminée lorsqu'il ne se dégage plus de gaz, lorsque la levûre est déposée et surtout lorsque le liquide fermenté ne change plus de densité. On dose dans le liquide fermenté le titre acide et la richesse alcoolique.

II. Leplay (*) étudie aussi les différents procédés employés pour déterminer la richesse en sucre des mélasses du commerce.

(*) B. A. d. C. 1, n^{os} 11 et 12.

Il résulte de ses expériences que :

Le dosage par le saccharimètre indique moins de sucre que la fermentation, sauf de très rares exceptions. Les différences varient de 0,50 à 15 % de la mélasse.

Le dosage par la liqueur de cuivre après inversion donne plus de sucre que la fermentation ; l'excédent varie de 0,05 à 6,43 %. D'après des dosages par fermentation, par rotation et par la liqueur de cuivre, exécutés sur des produits de 1^{re}, 2^{me} et 3^{me} osmose, Leplay a également découvert que : l'écart en moins accusé par le saccharimètre sur la fermentation augmente dans les eaux d'exosmose et diminue dans les produits osmosés ; l'écart en plus accusé par la liqueur de cuivre diminue dans les eaux d'exosmose et augmente dans les sirops osmosés.

Il existe donc une matière plus diffusible que le sucre qui amoindrit la rotation à droite du sucre de canne et qui passe dans les eaux, et une matière moins diffusible qui titre à la liqueur de cuivre et qui s'accumule dans les produits osmosés.

Ces matières ne sont pas fermentescibles, car elles se retrouvent avec les mêmes caractères dans les liquides fermentés, c'est-à-dire qu'elles précipitent le cuivre ou qu'elles ont un pouvoir rotatoire suivant les cas.

Le pouvoir rotatoire de ces matières dans le liquide fermenté ne change ni par l'inversion, ni par une ébullition prolongée avec une haute dose d'H Cl avant la fermentation, ni par une défécation avec 4/10 de sous-acétate de plomb.

Le principe réducteur qui existe encore dans les liquides fermentés est presque complètement éliminé par 4/10 de sous-acétate de plomb, surtout si ce liquide est traité avant fermentation par l'ébullition avec H Cl.

On a donc ainsi l'osmose pour éliminer le principe rotatoire et le sous-acétate de plomb pour éliminer le principe réducteur qui faussent le dosage du sucre dans les mélasses. Les différences en plus données par la méthode cuprique sur la rotation sont presque la règle et sont à peu près de même importance dans les mélasses françaises et belges, mais beaucoup plus faibles dans les mélasses allemandes. En recherchant les causes de ces différences, on a pu établir en général que (*) :

Le jus moyen des betteraves présente la même teneur en sucre par rotation ou par la liqueur de cuivre ; l'excédent accusé par la méthode cuprique paraît prendre naissance dans les opérations de la fabrication et aller en s'accumulant dans les sirops d'égout provenant de chaque cristallisation ; il se forme même pendant chaque cuite une nouvelle quantité de la matière produisant cet excédent. Celui-ci n'est pas en rapport avec l'alcali libre contenu dans les différents liquides sucrés, mais il paraît coïncider avec l'accumulation de l'alcali dans les derniers produits. L'excédent est moins élevé avec la double carbonatation trouble qu'avec la défécation et carbonatation simple. L'excédent est plus élevé proportionnellement dans les mélasses de raffinerie que dans les mélasses de fabrique.

La matière qui produit cet excédent ne se produit pas dans le raffinage, mais provient directement du sucre brut où elle existe en quantité notable.

Dans le travail de sucrerie, elle paraît provenir de l'ébullition des liquides

(*) S. I. 23, nos 2, 3, 4, 7 et 9.

en présence d'alcalis potasse et soude en quantité notable; une ébullition plus prolongée détruirait cette substance.

En *Autriche*, où l'osmose a pris beaucoup d'extension, il arrive souvent que l'on offre aux distilleries de la mélasse osmosée au même prix que la mélasse ordinaire.

Cela n'est pas juste, car la mélasse osmosée contient beaucoup moins de sels alcalins, dont la valeur ne peut être négligée. Malheureusement, il est fort difficile de reconnaître d'une manière sûre si une mélasse a été osmosée ou non.

On a donc cherché, là aussi, à trouver une base générale pour le mode d'achat des mélasses qui pourrait satisfaire les distillateurs.

Gawalovsky propose, dans ce but, de considérer comme normale toute mélasse qui contiendrait 48 % de sucre pour une densité de 42° Baumé. (G. s'est donné, en outre, la peine bien inutile d'inventer un nouveau quotient que l'on obtient en divisant la quantité de sucre d'une mélasse par les degrés Baumé, soit dans le cas d'une mélasse normale d'après lui $\frac{48}{42} = 114$. F. S.).

E. Bauer (*) n'admet pas la base dont nous venons de parler comme nuisible à l'intérêt des distillateurs, et propose, de son côté, d'exiger 50 % de sucre pour une densité de 42° Baumé. Si l'on trouvait moins de sucre, on ferait une déduction du prix convenu; si l'on trouvait plus de sucre, le prix ne serait pas élevé. De plus, on exigera que la mélasse ne contienne aucune trace d'acide nitreux et que le coefficient barytique (qui indique le taux des acides gras) ne dépasse pas 1,1. Une déduction sera faite pour les cendres insolubles, en tenant compte de chaque demi-centième de ces cendres.

Bauer constate que la détermination des acides volatils offre beaucoup de difficultés, et que les résultats trouvés par la plupart des chimistes sont trop élevés par suite de la production d'acide formique. Cela a été confirmé par l'essai suivant fait par lui :

25 grammes de sucre raffiné furent mélangés avec 5 grammes de potasse brute et 150 grammes d'eau; puis on ajoutait 10 grammes d'acide sulfurique, et on soumettait le mélange à la distillation, qui fut arrêtée quand 100cm³ du produit distillé étaient passés dans un ballon.

Ce produit contenait 0,106 % d'acide formique. Cet inconvénient est cependant facile à éviter; il suffit d'ajouter un peu plus d'eau avant de distiller; 200 grammes d'eau suffisent pour 50 grammes de mélasse à distiller.

(*) Oest. Ung. Brennerei Ztg. 1883, p. 2 par O. XXI, p. 57.

CHAPITRE VII

CHAUDIÈRES A VAPEUR

A. CONDITIONS THÉORIQUES ET ESSAIS PRATIQUES.

La consommation de vapeur est très variable dans les fabriques de sucre, et cela tient à des causes diverses. La cause principale est la quantité de jus que l'on tire par unité de poids de betterave. Les autres raisons qui font varier la consommation de vapeur tiennent, soit à la manière dont on travaille, soit au soin plus ou moins grand que l'on met à l'économiser. Une fabrique qui a un double-effet, par exemple, emploie plus de vapeur que celle qui évapore ses jus à triple-effet. D'autre part, une fabrique dont tous les tuyaux de vapeur sont garnis de substances isolantes, condense moins de vapeur inutilement sur les parois de ces tuyaux, que celles qui laissent au contact de l'air les surfaces métalliques chauffées par la vapeur.

La consommation de charbon est encore plus variable que la consommation de vapeur, à qualité égale de charbon, bien entendu. Les différents genres de générateurs en sont la première cause, la forme plus ou moins rationnelle des carnaux vient ensuite. Ces causes se traduisent par une combustion plus ou moins complète du charbon, et surtout par une quantité très variable de calorique perdue dans la cheminée. (Extrait d'un article de P. Horsin-Déon.)

Horsin-Déon (*) calcule comme suit la quantité de vapeur à 537 calories nécessaire pour travailler 1,000 kilogrammes de betteraves donnant 12 hectolitres de jus :

Réchauffage du jus et carbonatation.	316 ^k ,5	de vapeur.
Évaporation à triple-effet	305	—
Chauffage du sirop	22,2	—
Cuite	100	—
Emplois auxiliaires	56,3	—
Total.	800 ^k ,0	de vapeur.

Avec des générateurs tubulaires ordinaires alimentés avec l'eau chaude de condensation, et agencés dans des conditions passables, ces 800 kilogrammes

(*) B. d. A. C. II, p. 11.

peuvent être fournis facilement par la combustion de 100 kilogrammes de houille de vapeur. Cela fait donc $8\frac{1}{3}$ kilogrammes de houille par hectolitre de jus travaillé. Bien peu de fabriques ne brûlent que la quantité de charbon que nous venons de calculer; la plupart en consomment beaucoup plus, quelquefois même jusqu'au double. Cela tient à diverses causes.

Ainsi, l'on évapore souvent les jus à 15° Baumé seulement, pour achever l'évaporation dans l'appareil de cuite. Cela tient surtout à la construction défectueuse du triple-effet, qui n'évapore pas assez vite, comme l'on dit en fabrique. On corrige ce défaut par l'adoption d'un système rationnel d'évaporation.

Dans d'autres fabriques, ce sont les générateurs qui sont mal installés et qui laissent échapper les gaz dans la cheminée à une haute température. Dans ce cas, il y a différents moyens de remédier au mal, si l'on ne veut pas changer ses générateurs. On peut employer ces gaz chauds, soit à chauffer un générateur auxiliaire tubulaire à haute pression en communication complète avec les autres générateurs, comme dans le système de Victoor et Fourcy, ou bien un générateur à basse pression, sans communication immédiate avec les autres, soit à chauffer la première caisse du triple-effet comme dans le procédé Gillain, soit à surchauffer la vapeur, etc. Cependant aucun de ces procédés ne s'est répandu d'une façon courante, soit par suite du manque d'initiative des fabricants, soit par suite des nombreux succès que plusieurs de ces procédés ont enregistrés et qui ont été causés par des installations mal appropriées.

Schnirch (*) passe en revue les progrès qui ont été accomplis pendant ces dernières années dans l'installation des chaudières à vapeur.

Des expériences ont été faites par Werner, Schwackhöfer, Bock, Zwiauer, Sloboda et Schnirch, pour étudier l'utilisation du combustible par les divers systèmes de générateurs.

Il en résulte clairement que les chaudières à bouilleurs (à l'étranger on appelle ainsi le plus souvent les chaudières à réchauffeurs ! F.S.) consomment beaucoup plus de combustible que les chaudières tubulaires, ou que les chaudières à bouilleurs combinées avec le système tubulaire.

On a déterminé dans tous ces essais la quantité théorique de calories développées par un kilogramme de la houille employée, en tenant compte, évidemment, de l'humidité de celle-ci; puis on a constaté les pertes diverses qui se produisent pendant la combustion. — Ces pertes sont :

1. La combustion incomplète, qui provient de ce que quelques particules du coke formé tombent par la grille ou sont enveloppées par les scories;

2. Les pertes par rayonnement, qui sont de 1.2 à 7.8 %;

3. Les pertes par l'entrée d'air à travers les fentes dans les murs, etc. ;

4. Les pertes par l'incrustation à l'intérieur des chaudières et par de la suie à l'extérieur;

5. Les pertes par les produits de combustion qui se dégagent dans la cheminée.

Les principaux résultats de ces expériences ont été réunis dans un tableau que nous reproduisons ici :

(*) B. Z. VII, p. 332.

TABLEAU DE SCHNIRCH.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Surface de chauffe. m ²	54.5	51.4	56.9	77.5	127	122	151	160	152	152
Surface de la grille. m ²	2.3	3.0	1.4	2.0	3.3	2.2	2.8	3.0	2.4	2.4
Kil. houille brûlée par m ² de grille. . .	158	95	125	150	75	105	102	180	69	103
Calories développées théoriquement par 1 kil. de houille humide	6165	6560	4500	6165	6775	6395	4474	4207	6338	4859
Température initiale du gaz de la combustion (calculée) %	1405°	1633	856	1348	1378	1285	1679	1385	1376	1343
Température dans le carneau principal % . .	650°	610	299	548	323	278	210	305	221	215
Quantité d'air entrée, n fois la quantité théorique n	1.93	1.63	1.99	2.05	2.01	2.15	1.54	1.73	2.01	2.05
Kil. d'eau évaporée par 1 kil. de houille. .	5.63	5.89	4.72	5.99	7.48	7.57	5.45	5.14	9.48	6.51
Nombre de calories utilisées %	51.23	49.89	55.78	54.60	68.37	68.36	68.89	68.02	80.99	74.50
Nombre de calories perdues par la cheminée %	33.39	19.92	30.14	30.37	20.21	16.86	12.00	19.31	11.31	10.23
Nombre de calories perdues par combustion incomplète	1.96	1.10	4.45	1.68	3.12	2.87	4.12	1.67	1.30	5.72
Nombre de calories perdues par rayonnement	2.27	5.67		3.95	1.27	2.40	7.11	7.84		3.20
Nombre de calories perdues par suite du défaut de propreté de la surface de chauffe	9.88	17.58	9.43	8.46	5.31	4.11	2.85	1.88		3.00
Nombre de calories perdues par l'entrée de l'air froid à travers les fentes de la maçonnerie	0.73	5.84		0.94	1.72	5.40	5.08	1.28	3.53	3.35

Voici les divers systèmes de chaudières essayés :

1° Chaudière à bouilleurs à marche forcée ;

2° — — — — — forcée ;

3° — — — — — moins forcée ;

4° Générateur à contre-courant ;

5° Chaudière à bouilleurs combinée avec une chaudière tubulaire (multiplicateur) ;

6° Générateur de Tischbein avec une chambre de vapeur ;

7° — — — — — avec deux chambres de vapeur ;

8° Générateur de Fairbain au commencement de la campagne, chauffé avec de la bonne houille ;

9° Le même générateur à la fin de la campagne chauffé avec de la houille moins bonne.

(Nous nous abstenons de tout commentaire. Remarquons cependant que pour plusieurs de ces générateurs la quantité d'air admise par la grille paraît avoir été insuffisante. — F. S.)

Nous trouvons encore diverses autres études sur l'installation des chaudières publiées par **Zwiauer** (*) (*Vienne*), **Profeld** (**) (*Prague*) et **C. Ludvic** (***), mais qui n'offrent rien de bien intéressant.

Remarquons seulement que tous les trois insistent sur la nécessité d'avoir des surfaces de chauffe de grandeur suffisante.

Le système de chaudières qu'il faut adopter dépend surtout de circonstances locales.

On a essayé, dans quelques fabriques, l'emploi des économiseurs pour utiliser

(*) O. 21, p. 582.

(**) O. 21, p. 999.

(***) B. Z. 7, p. 69.

la chaleur plus complètement. Mais il y a alors le danger qu'il puisse s'y former de la vapeur à haute tension dans le cas d'une alimentation intermittente.

ESSAIS DE CONTROLE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Pour décider si l'installation des chaudières est rationnelle, il faut des essais et des études assez difficiles qui ont été entrepris par bien peu de fabriques.

Nous ne sachions pas que des fabricants de sucre français aient tenté un essai de ce genre. Par contre, nous trouvons le compte rendu de quatre expériences faites en Autriche, où la question d'économiser le combustible est devenue d'une importance considérable par suite du système fiscal de ce pays.

Nous parlerons d'abord des essais de **A. Gross** (*) faits dans la fabrique d'Olmütz.

Il y avait en tout 7 générateurs du système Tischbein, dont un de réserve. Chacun de ces générateurs se composait d'une chaudière (longueur 5 mètres et diamètre 2^m20) à deux foyers extérieurs (chacun des tubes avait un diamètre de 0^m87 en avant et de 0^m70 en arrière de la chaudière), surmonté d'une chaudière horizontale tubulaire, d'une longueur de 4 mètres et d'un diamètre de 2 mètres, qui contenait 98 tubes d'un diamètre de 0^m076 chacun.

La surface de chauffe était donc de 163,3 mètres.

La grille avait une longueur de 1^m60 et une largeur de $2 \times 0,87 = 1^m74$, soit une surface de 2^m78.

La tension de la vapeur était de 5 à 6, en moyenne de 5,5 atmosphères.

Les gaz de la combustion, après avoir traversé la chaudière inférieure, traversent la chaudière tubulaire, puis entourent celle-ci, et retournent ensuite en entourant la chaudière inférieure; de là ils passent par une valve au carneau principal et à la cheminée.

L'analyse moyenne de la houille employée indiquait :

Carbone (C)	75,08
Hydrogène (H)	3,52
Eau hygroscopique (E).	1,96
Eau combinée (E)	9,96
Cendres	9,48
Total.	100,00

D'où l'on déduit le pouvoir calorifique théorique de la houille :

$$p = \frac{8.080 C + 34.462 H - 637 W}{100} = 7.203 \text{ calories,}$$

ce qui correspond à une production de $\frac{7.203}{637} = 11^k3$ de vapeur par kilogramme de houille.

(*) O. XXI p. 341.

La quantité d'air nécessaire théoriquement pour brûler 1 kilogramme de cette houille est :

$$A = \frac{11,593 C + 34,783 H}{100} \times 1,015 = 10^k08;$$

et celle du gaz sec produit dans la cheminée (théoriquement) :

$$G = \frac{A + C + H + N + E}{100} = 10^k98.$$

La température initiale du gaz de combustion est théoriquement :

$$T = \frac{p}{G \times 0,245} = 2.677^{\circ} C.$$

L'eau d'alimentation avait une température de 95° .

L'air qui entraît par la grille contenait 0,84 p. c. de vapeur d'eau; sa température était de 30° centigrades.

La composition des produits de combustion recueillis dans le carneau principal était en moyenne, en volume :

CO ₂	=	7,74
CO	=	0,00
Air	=	62,38
Azote	=	29,88
Total.	. . .	100,00

Ou en poids :

CO ₂ .		7,74	$\times$	1,967	=	15,2
Air		62,38	$\times$	1,294	=	80,7
Azote	. . .	29,88	$\times$	1,257	=	37,5
Total.	. . .					133,4

Comme 3 kilogrammes de carbone produisent 11 kilogrammes d'acide carbonique,

1 kilogramme de houille devrait produire $\frac{75,08 \times 11}{100 \times 3} = 2^k75$ d'acide,

qui correspondent à

$$\frac{80,7 \times 2,75}{15,2} = 14^k6 \text{ d'air.}$$

De plus, 1 kilogramme de houille produisait :

$$\frac{37,5 \times 2,75}{15,2} = 6^k79 \text{ d'azote, correspondant à}$$

$$\frac{6,79 \times 100}{77} = 8^k8 \text{ d'air,}$$

soit en tout $8,8 + 15,6 = 23,4$ kilogrammes d'air,

ou $\frac{23,4}{8,8} = 2,32$ fois plus d'air que l'on avait trouvé théoriquement.

Calculons encore la quantité d'eau contenue dans le gaz de combustion.
Elle se compose :

- 1° De la quantité d'eau contenue dans 1 kilogramme de houille, soit 0^k419
 2° De celle dégagée par l'hydrogène libre, soit $0,0352 \times 9 = 0,317$
 3° De celle entraînée par l'air, soit $\frac{23,4 \times 0,84}{99,16} = 0,198$
- Total. . . 0^k634 d'eau.

La température des gaz de combustion mesurée dans le carneau principal était en moyenne de 237°.

Nous en déduirons les pertes de chaleur par les gaz de combustion à leur sortie.

Leur pouvoir calorifique était de :

Acide carbonique.	2,75 × 0,216 = 0,60
Air atmosphérique	14,60 × 0,237 = 3,47
Azote	6,80 × 0,244 = 1,65
Vapeur d'eau	0,63 × 0,480 = 0,30
Total.	6,02

correspondant à $6,02 \times 237 = 1,427$ calories.

Il en faut déduire le pouvoir calorifique de l'air à son entrée :

Air	23,4 × 0,237 = 5,56
Vapeur d'eau	0,20 × 0,480 = 0,10
Total.	5,66

soit $5,66 \times 30 = 170$ calories.

Donc en tout une perte de :

$$1.427 - 170 = 1.257 \text{ calories par la cheminée.}$$

On a consommé par jour 24.377 kil. de houille et produit 240.855 kilogrammes de vapeur, soit 9,88 kilogrammes de vapeur par kilogramme de houille.

Comme l'eau d'alimentation était à 95° C. et la vapeur à 5,5 atmosphères de pression, cela correspond à :

$$9,80 \times (606,5 + 0,305 \times 161 - 95) = 5.539 \text{ calories,}$$

d'où il résulte une perte de :

$$7.203 - 5.539 = 1.664 \text{ calories.}$$

Si nous déduisons de ce chiffre les 1.257 calories perdues par la cheminée, il reste $1.664 - 1.257 = 407$ calories pour toutes les autres pertes, telles que : la perte de coke dans les cendres, le rayonnement, l'eau entraînée, etc.

Observons encore que le calcul théorique de la température finale des gaz de combustion donne :

$$T^2 = \frac{Q_c}{K_f} + t = \frac{169,3 \times 6,02}{163,3 \times 0,08} + 161 = 238^\circ \text{ C.,}$$

ce qui coïncide avec la température observée.

On avait brûlé 60^k8 de houille par mètre de grille et par heure.

Les résidus de la combustion (cendres et scories) pesaient 8,52 % de la houille employée, il y avait donc :

9,84 — 8,52 = 1,32 % de cendres entraînées dans les carnaux.

Une autre expérience du même genre a été faite par **H. Petritsch** (*) et **E. Rollet**, à Ung-Brod (Autriche).

Il y avait 9 générateurs, dont un de réserve, composés chacun d'une chaudière horizontale et de 2 réchauffeurs.

Chacun des générateurs avait une surface de chauffe de 54,4 m² et une surface de grille de 2,6 m².

La composition de la houille employée était :

Carbone	73.69
Hydrogène	2.88
Azote	0.20
Eau hygroskopique	2.31
Eau combinée	12.69
Soufre.	0.66
Cendres	7.96

Pouvoir calorifique absolu : 6.873 calories.

La quantité d'air nécessaire théoriquement pour la combustion de 1 kilogramme de cette houille est de 9^k63 ; on employait en pratique 2,35 fois autant.

Le calcul donnait pour la température initiale des gaz de combustion 1.193° C.; la température des gaz à l'entrée de la cheminée était de 450° C.

La composition des produits de la combustion était :

Acide carbonique.	7,99
Air atmosphérique	55,00
Azote	37,01
	100,00

L'eau d'alimentation avait une température de 70° C. et la vapeur développée une pression moyenne de 3,4 atmosphères.

On brûlait 109 kilogrammes de houille par mètre carré de surface de grille, et on évaporait 6^k,50 d'eau par 1 kilogramme de houille. Les résidus de la combustion étaient de 7,61 % du poids de la houille.

Il résulte de ces données que 100 calories disponibles dans la houille se répartissent comme suit :

55	calories transmises aux générateurs ;
36,4	— perdues dans la cheminée ;
8,6	— pertes diverses.

Il faut en conclure que l'installation de ces générateurs n'est guère rationnelle, et que la surface de chauffe est beaucoup trop petite. Au lieu de l'agrandir, il serait cependant plus économique de remplacer les générateurs existants par d'autres qui peuvent donner 70 à 80 % d'effet utile.

(*) O. XXI, p. 812.

II. Petritsch (*), à *Brünn (Autriche)*, a fait aussi une expérience pour comparer l'effet utile de deux générateurs du système Tischbein (*voir plus haut*) et de 7 générateurs ordinaires à deux réchauffeurs.

On a fait trois essais :

- I. Avec les générateurs à réchauffeurs seuls ;
- II. Avec les générateurs du système Tischbein, en laissant aux chauffeurs la liberté de travailler comme ils l'entendaient ;
- III. Avec les mêmes générateurs Tischbein, en diminuant l'admission de l'air sous la grille.

Nous donnerons les résultats principaux sans nous arrêter aux détails de l'opération :

	I	II	III
Surface de chauffe des générateurs m ²	402	300	300
Surface de grille. m ²	16.4	7.1	7.1
Pouvoir calorifique de la houille . . . calories.	6712	6712	6017
Quantité d'air employé à la combustion, 12 fois la quantité théorique n	2.1	3.30	2.21
Température moyenne du gaz des carnaux . c	390°	230°	210°
Chaleur transmise aux chaudières, pour cent calories	60.6	67.2	78.1
Perte dans la cheminée, pour 100 calories . . .	28.5	26.6	16.4
Pertes diverses. id.	10.9	6.2	5.5

Petritsch conclut de ses essais que les chaudières Tischbein sont supérieures aux chaudières à réchauffeurs, surtout quand on observe la précaution de ne pas laisser entrer trop d'air sous la grille. Il a remarqué cependant un défaut dans les chaudières Tischbein installées à Brünn : c'est que l'entrée de l'air froid par les fentes de la maçonnerie était très considérable et que, par suite, la composition des produits de la combustion subissait une altération nuisible.

Un quatrième essai a été fait par **P. Eppler** (**) (*Mährisch-Ostrau, Autriche*). Il y avait dans la fabrique 2 chaudières du système Cornwall à 2 foyers intérieurs (I et II) et 2 générateurs du système Tischbein (III et IV).

La houille employée avait un pouvoir calorifique de 7.251 calories théoriques.

Voici le résultat des essais :

	I	II	III	IV
Surface de chauffe recouverte d'eau, m ² .	158	145	80	800
Surface de la grille, m ²	2.68	2.68	3.2	3.4
Quantité d'eau évaporée par 1 kil. de houille	8	7.4	8.37	9
Effet utile de la houille pour 100 calories.	64	59	67	72.3
Cendres recueillies par 100 kil. de houille.	—	—	12.9	8.7
Température des gaz de combustion à la sortie	450°	450°	260°	240°

Les analyses des gaz de la combustion indiquaient, en outre, que pour le

(*) O. XXI, p. 281.

(**) O. XXI, p. 815.

générateur Tischbein N° III on faisait entrer trop peu d'air sous la grille, d'où il résultait une combustion incomplète. Mais une quantité d'air froid supplémentaire entraînait ensuite par les fentes de la maçonnerie dans le carneau; de sorte que les produits de la combustion contenaient finalement autant d'air que ceux de la chaudière n° 4. Seulement l'effet utile du combustible était diminué par l'introduction de cet air froid et par la perte de cokes restés dans les cendres.

F. O. Frass (*) donne quelques indications sur le travail des chaudières à vapeur dans la fabrique de *Chamraïevka (Russie)*.

Il y a dans cette fabrique 9 générateurs avec une surface de chauffe totale de 926 mètres carrés, et une surface de grille totale de 14^{m2}05. Quatre de ces générateurs étaient du système de Pauksch (chaudière tubulaire) et les cinq autres à bouilleurs. Quatre de ces derniers étaient munis d'une disposition inventée par Mikoletzki, ayant pour but de brûler partiellement les produits de la distillation du combustible.

On travaillait par jour 437,000 kilogrammes de betteraves (1,450 berkowetz (**)) à 10 pouds) et on consommait 32 kilogrammes de bois pour 100 kilogrammes de betteraves travaillées. Un kilogramme de bois produisait en moyenne 3^k07 de vapeur de 3 atmosphères de pression. Le bois de combustion était composé de 30 % de bois de chêne et 70 % de bois de bouleau, et contenait 18 % d'eau.

La température moyenne des gaz dans le carneau principal était de 218° centigrades.

La composition des produits de la combustion était en moyenne :

C O ₂	9,51
O.	10,11
C O.	0,00
N.	80,38
Total.	100,00

La quantité d'air qui passait par les grilles était égale à 1,89 fois la quantité théorique trouvée par le calcul.

Vers la fin de la campagne, on brûlait plus de bois, ce que Frass attribue à la formation d'incrustations. (Il conseille d'épurer les eaux par le procédé de Béranger et Stingl.)

La quantité de bois consommé pendant toute la campagne était :

Pour la pompe à eau	35,4	sagènes cubes.
Pour le four à chaux.	67,9	— —
Pour la salle du noir.	81,1	— —
Pour la salle des générateurs	1745,2	— —
Total.	1929,6	sagènes cubes.

(1 sagène cube = 48 × 48 × 48 verchocs cubes = 9^{m3}71. Mais comme il y a toujours un excédent, on peut compter le sagène cube au moins égal

(*) Sap. XIII, p. 291.

(**) Le berkowetz légal est de 10 pouds, ce qui correspond à 163^k8. Mais dans beaucoup de fabriques russes, on le compte à 11 pouds, à 12 pouds et même au delà. F. S.

à 10 mètres cubes. Dans quelques fabriques russes, le sagène cube dépasse même 11 mètres cubes. F. S.)

Une commission mixte a été nommée par l'association des ingénieurs mécaniciens allemands et par l'association fondée pour la surveillance des chaudières à vapeur, dans le but de proposer un règlement uniforme sur la manière de faire les expériences nécessaires pour déterminer l'effet utile d'un générateur ou d'une machine à vapeur. Le règlement publié par cette commission (*) contient, à côté de beaucoup de choses intéressantes aussi, quelques points que nous ne comprenons pas. Ainsi on conseille de déterminer par une analyse chimique (!) si la vapeur a entraîné beaucoup d'eau pendant l'évaporation.

Le projet proposé a été combattu par un grand nombre de personnes compétentes et paraît avoir été abandonné.

B. SYSTÈMES DE CHAUDIÈRES DIVERS.

Ruppert et Sulzberger (**) (*Chemnitz*) se sont fait breveter pour un système de chaudières dont le but est d'utiliser le mieux possible les gaz de la combustion. Pour cela ils ont ajusté à la partie postérieure d'une chaudière horizontale inclinée d'avant en arrière une tuyauterie du système Field. Les gaz chauds, ayant passé sous la chaudière principale, viennent chauffer les tubes Field avant de se rendre dans la cheminée. Pour éviter les incrustations dans les tuyaux Field, la rangée inférieure de ceux-ci est placée à une certaine hauteur au-dessus du point le plus bas de la chaudière principale. Le nettoyage des tuyaux est très facile et se fait à l'intérieur au moyen d'une brosse en fils de fer et à l'extérieur au moyen d'un anneau en acier fixé sur une barre de fer.

Il est bien entendu que le niveau d'eau dans la chaudière principale ne peut jamais descendre en dessous de la rangée la plus élevée des tubes Field.

A. Leinveber et C^{ie} (***) (*Gleiwitz*) ont construit un autre système de chaudières assez compliqué, mais qui, d'après eux, paraît donner de bons résultats. Il se compose d'une chaudière horizontale à foyers intérieurs *A*, c'est-à-dire qui comporte à l'intérieur deux tuyaux, dans lesquels la combustion de la houille a lieu. Cette chaudière communique avec une deuxième chaudière verticale *B*, traversée par un grand nombre de tubes verticaux, et qui communique à son tour avec un réchauffeur *C* placé en dessous. Les gaz de la combustion, après avoir traversé la chaudière *A*, passent en dessous de celle-ci, puis entourent le réchauffeur *C* et enfin s'échappent par les tubes verticaux de la chaudière *B* dans la cheminée.

Röllig (†) (*Benkendorf*) appelle l'attention sur les générateurs tubulaires du système Galloway. Un des principaux avantages de ces générateurs consiste en ce que, par suite des ondulations hélicoïdales des gaz de combustion,

(*) N. Z. 10, p. 270 et 289, et *Glaser's Annalen*, 1883, p. 273.

(**) N. Z. 10, p. 129.

(***) D. Z. I. 9, n° 5.

(†) Z. 33, p. 570.

les cendres ne peuvent se fixer sur la paroi de la chaudière. Les gaz sont donc toujours en contact avec les surfaces très propres de la chaudière et des tubes Galloway.

Le système Galloway demande un tirage plus fort et, par suite, l'agrandissement de la cheminée.

Ses inconvénients sont :

1° Les réparations de la chaudière et des tubes Galloway sont plus difficiles, mais ces difficultés sont amoindries par une construction rationnelle;

2° Il faut un peu plus de temps pour nettoyer le cylindre à tubes Galloway. Pour éviter ce nettoyage, il suffirait de purifier l'eau d'alimentation des chaudières.

F. A. Schulz (*) (*Halle*) propose aussi un procédé qui a pour objet de brûler les produits distillatoires de la houille. La houille est brûlée sur une grille à échelons. Au-dessus de celle-ci se trouve une voûte en briques réfractaires, dans laquelle il y a deux fentes, l'une étroite pour l'entrée de l'air et l'autre plus large, par laquelle l'air et les gaz chauds de la distillation passent dans un espace plus grand. Dans celui-ci, la combustion a lieu sans qu'il y ait refroidissement par le contact du générateur. Les produits de la combustion passent ensuite sous le générateur (ou dans les foyers intérieurs, s'il y en a), et lui transmettent une grande quantité de chaleur.

Cette disposition peut être appliquée aussi pour les fours qui servent à évaporer des liquides, tels que l'eau de vidange produite par le traitement des mélasses.

Un autre système de chauffage par les produits de la distillation du combustible est celui de **H. Eckardt** (**) (*Gildemeister et Kamp*), à Dortmund.

Le générateur se trouve immédiatement en dessous du four et communique avec lui par deux canaux. De chaque côté se trouve une chambre remplie de briques réfractaires, semblable aux régénérateurs de Siemens. Ces chambres ressemblent aussi aux régénérateurs des fours de Meiser (*voir* chapitre VI, C); seulement elles ne sont pas aussi longues, mais plutôt de forme cubique.

Les gaz passent du générateur alternativement par l'une ou l'autre chambre dans le foyer et sont brûlés au contact de l'air qui a été réchauffé par le passage par ces mêmes chambres. (Nous n'avons pas entendu parler de l'application de ce système aux générateurs à vapeur. F. S.)

C. REVISION DES CHAUDIÈRES.— ACCIDENTS.

Ernst Bethe (***) (*Hanovre*) a imaginé un système très original pour faciliter l'inspection et les réparations des générateurs. Il place les murs qui entourent les générateurs sur de fortes plaques en fonte portées à leur tour par des roulettes qui reposent sur des rails. Cette disposition permet d'écarter tous les murs du générateur, de sorte que celui-ci peut être visité facilement de tous les côtés. (Une jolie idée, en effet !! F. S.)

(*) D. Z. J. VIII, n° 39.

(**) N. Z. XI, p. 191.

(***) N. Z. XI, p. 50.

A une assemblée de l'association fondée pour la surveillance des chaudières dans le district de Dusseldorf, on a discuté la question de savoir quelles sont les causes principales de la destruction des chaudières (*).

Les produits de la combustion contiennent souvent de l'acide sulfureux qui, en présence de l'humidité (fuites dans la chaudière, etc.), se transforme en acide sulfurique qui attaque le fer. De même l'humidité des maçonneries peut donner lieu directement à la formation de rouille.

Voilà la principale cause de la destruction extérieure des chaudières.

À l'intérieur, c'est surtout l'air oxygéné entraîné par l'eau d'alimentation qui est la cause des détériorations. Celles-ci se produisent également lorsqu'il arrive que des bulles de vapeur se fixent à l'intérieur de la chaudière à une place quelconque de la surface de chauffe, même là où la température est moins élevée.

Une bonne circulation de l'eau dans tous les points de la chaudière écarte complètement ces deux causes de destruction.

H. de Parville indique quelques moyens pour éviter le danger d'explosion provenant de la surchauffe des eaux contenues dans la chaudière (**).

Lorsque l'on constate une surchauffe, *il faut immédiatement* faire tomber les feux, puis, lorsque la température s'est abaissée assez notablement, il faut rendre à l'eau ce qui lui manque pour entrer en ébullition normale, c'est-à-dire l'air. Il faut, en outre, que cette injection d'air ait pour effet de créer dans la partie inférieure du liquide des surfaces d'évaporation qui seront autant de centres d'amorces d'ébullition. On réalisera cet effet en introduisant dans les chaudières un tube en T et en fer de 0,04 diamètre dont la branche horizontale placée à 0,20 au-dessus du fond de la chaudière sera munie, à la partie inférieure, d'un certain nombre de godets espacés de 0,01 et ayant eux-mêmes 0,01 de hauteur et 0,01 d'ouverture. Une pompe à main est reliée à ce tube. Dès que le manomètre de la pompe indique une pression supérieure à celle de la vapeur restante, c'est que les godets sont pleins d'air. On peut alors pousser les feux. *Il est reconnu indispensable de faire cette injection d'air chaque fois que l'on allume les feux sous une chaudière qui contient de l'eau ayant déjà servi précédemment et privée d'air par conséquent*, et aussi, comme il a été dit précédemment, chaque fois que le thermomanomètre indique une pression supérieure à celle du manomètre même. (A. L.)

Minssen (***) décrit un singulier accident arrivé dans une chaudière vide. Le directeur de la fabrique de sucre S... avait observé que le niveau d'eau d'un des générateurs en marche (à foyers intérieurs) s'était abaissé et que la tôle qui se trouvait au-dessous d'un des foyers intérieurs avait commencé à rougir. Il arrêta immédiatement le travail de cette chaudière et fit évacuer la vapeur et l'eau. Le chaudronnier L..., appelé pour réparer les plaques de tôle endommagées, voulut les inspecter soigneusement et descendit, accompagné du mécanicien de la fabrique, dans la chaudière, qui n'était pas encore

(*) N. Z. X, p. 259.

(**) S. I. 21, n° 22.

(***) D. Z. I. 9, n° 1.

complètement refroidie. Se disposant à sortir, il entra par mégarde dans le dôme qu'il avait confondu avec le trou d'homme, et y reçut de fortes brûlures. Malgré des secours immédiats, L... est mort la nuit suivante. On a constaté plus tard que la soupape à vapeur de cette chaudière était brisée; voilà la cause de cet accident.

D. COMBUSTIBLES.

A. Gawalovsky (*) dit que dans le choix d'un combustible on ne tient souvent pas suffisamment compte de son prix.

Il a mélangé en parties égales de la houille en poussière, du lignite et du tan d'écorces et s'est servi de ce mélange comme combustible sous une chaudière de 16 chevaux. Les résultats obtenus auraient été bons, d'après lui, et surtout il y avait absence complète de fumée.

Puissance calorifique de la houille humide et de la houille sèche (**). — D'intéressantes expériences viennent d'être faites aux usines de **Bochum** (Allemagne) dans le but de déterminer la valeur respective de la houille humide et de la houille sèche pour la production de la vapeur. D'après ces expériences, il résulte que la houille contenant 18 % d'eau et 9,4 % de poussière évapore 5^k,700 d'eau par kilogramme de combustible, tandis que la même quantité de houille contenant seulement 3 % d'eau évapore 8 kilogrammes à 8^k,5 d'eau. On peut déduire de ces chiffres qu'en employant de la houille humide on subit une perte nette de 25 à 30 %.

(Ce calcul est un peu exagéré, car il faut tenir compte aussi que 100 kilogrammes houille à 3 % d'eau donnent 118 kilogrammes houille à 18 % d'eau.)

La Société des ingénieurs et architectes de l'Autriche (***) a chargé une commission composée de neuf spécialistes d'étudier la question de la détermination par des expériences en grand du pouvoir calorifique développé par les différentes sortes de houille.

Cette commission rappelle dans son rapport les essais faits dans cette voie par Lavoisier, Dulong, Andrews, Favre et Silbermann, Kestner et Meunier, Bolley, etc.

Toutes les méthodes appliquées par ces savants ne pouvaient donner des résultats concluants, parce qu'ils opéraient seulement sur 0,5 à 1 gramme de combustible.

La commission propose de faire ces essais de trois manières :

1. Par l'analyse élémentaire ;
2. Par la combustion de 1 à 2 grammes de combustible dans un petit calorimètre.
3. Par la combustion de 10 à 15 kilogrammes de combustible (de la grosseur des noix) dans un grand calorimètre.

Les frais d'installation se monteront à 10,000 florins, ceux de l'exploitation à 6,000 florins, et l'essai durera environ deux ans.

(*) O. XXI, p. 518.

(**) B. A. d. C., 1, n° 12.

(***) B. Z. VII, p. 218.

E. SUR LA COMBUSTION.

Thomas Fletsher (*) a prononcé un discours à Leeds (Angleterre), dans *The Institute of Mechanical Engineers*, sur la question de savoir s'il est possible de produire une combustion sans flamme. — D'après lui, cela est certainement possible, car la flamme n'est qu'un état intermédiaire entre la fumée et la combustion sans flamme.

Ainsi quand on brûle de l'hydrogène, il se forme une flamme excessivement faible qui n'est due probablement qu'à des poussières et à la différence entre la réfraction de la lumière dans l'espace chauffé et dans l'air ambiant. Des résultats semblables pourraient être atteints, avec les combustibles solides ; il ne s'agirait que de trouver une disposition convenable. Si l'on plaçait, par exemple, entre le foyer et les carnaux un treillis en briques réfractaires, on peut être certain qu'il y aura une combustion complète. Fletsher considère comme une erreur grave de faire les carnaux trop grands, la chaleur se transmettant beaucoup mieux dans des carnaux d'une faible hauteur. L'idéal, auquel nous arriverons certainement dans l'avenir, serait la combustion sans flamme des produits de la distillation de la houille. La manière actuelle de travailler n'est qu'un gaspillage de force produite et de combustible.

On a imaginé divers moyens pour supprimer la fumée. Il est vrai que des essais récents ont démontré que la fumée ne produit pas une diminution notable de l'effet utile de la combustion, mais elle est toujours désagréable pour les habitants du voisinage.

Le meilleur moyen de supprimer la fumée est, peut-être, de la conduire sur un feu de coke, mais il est difficile de l'employer en pratique.

La grille inclinée inventée par l'ingénieur suisse **Ten-Brink** a donné, d'après **A. Ehrendorfer** (**) (*Vienne*), de très bons résultats à ce point de vue. C'est un vieux système, appliqué déjà en 1860 pour les locomotives, mais qui n'a été employé que dans ces derniers temps pour les chaudières fixes.

Voici le principe de cette disposition :

Le combustible est introduit sur la partie supérieure d'une grille fortement inclinée.

A mesure que la combustion avance, il descend vers la partie inférieure de la grille, où les cendres s'accumulent et peuvent être évacuées par une petite porte. Un appendice de la chaudière se trouve à peu de distance au-dessus de la grille.

Les produits de la combustion très chauds formés à la partie inférieure de la grille et contenant un grand excès d'air sont ainsi forcés de passer sur le combustible frais placé à la partie supérieure de la grille. Tous les produits distillatoires qui se dégagent de celle-ci et qui sans cette disposition formeraient de la fumée, sont par suite brûlés complètement. Le système Ten-Brink supprime entièrement la fumée et, de plus, augmente l'effet utile du combustible. Il peut être employé pour tous les charbons qui ne sont pas trop collants. La grille reste toujours couverte de combustible et peut être facilement observée. Les inconvénients de ce système sont surtout le prix élevé de l'appareil et la diffi-

(*) N. Z. X, p. 17.

(**) O. XXI, p. 505.

culté des réparations, qui, du reste, ne sont nécessaires que fort rarement. De plus, il faut une eau d'alimentation très pure, et il est difficile de forcer le générateur, c'est-à-dire de produire une quantité de vapeur plus grande que celle exigée ordinairement. D'après Ehrendorfer, ces inconvénients ont été fort exagérés par les adversaires de ce système ; l'appareil Ten-Brink reste, malgré tout, très avantageux.

D'après **Zviauer** (*), il faut, pour bien réussir, donner aux tubes de chauffage intérieur un diamètre de 0^m85 et aux grilles une surface de 2^m24, dans le cas où la surface de chauffe des générateurs est de 90 à 100 mètres carrés. On ne doit brûler sur la grille que 200 kilogrammes de houille par heure. Dans ces conditions, on peut garantir un effet utile de 75 à 80 %.

Un inconvénient des chaudières Ten Brink, c'est que le bord tranchant de la chaudière qui se trouve au-dessus de la grille se détruit facilement. **Schulte** (**) a évité cet inconvénient, en rendant conique cette partie de la chaudière, de manière que la vapeur ne peut s'y accumuler.

Un système du même genre est la grille à échelons de **Hoffmann** (appelé *Zvratec*).

De plus, il y a la grille fumivore de *Nepilly*, qui est une grille à échelons inclinée et entourée d'une voûte en briques réfractaires également inclinée. L'air, après s'être échauffé sous cette voûte, brûle la fumée.

Citons encore la grille à persiennes de *Kasalovsky* et le système employé à Rositz, dans lequel l'air entre derrière la porte de chargement, de manière à se chauffer avant son arrivée sur le combustible. On réduit ainsi l'emploi de l'air à un minimum.

Le colonel **K. A. Nikiforow** (***) (*en Russie*) a inventé une grille particulière qui a été appliquée au chemin de fer de Nikolaïev et dans une fabrique de Varsovie, et qui paraît avoir donné une économie en combustible de 8 à 15 %.

La grille de Nikiforow diffère essentiellement des grilles ordinaires. Elle se compose d'un cadre en fonte de forme presque carrée qui repose sur deux barres de fer s'appuyant sur les murs antérieur et postérieur du foyer. — Le cadre est divisé par des bandes longitudinales et transversales en plusieurs parties rectangulaires. Chacune de ces parties est occupée par des nervures qui ont la forme de segments de cercle et qui se trouvent placées perpendiculairement aux bandes longitudinales, avec lesquelles elles forment un seul corps.

Les bandes et les nervures ont à leur partie supérieure une épaisseur de 7 à 9 millimètres, à la partie inférieure seulement de 2 millimètres. Les intervalles entre les nervures qui servent pour l'entrée de l'air occupent 0,39 de la surface totale de la grille.

Les barres de fer qui soutiennent le cadre ont une épaisseur de 20 millimètres et une hauteur de 153 millimètres.

Par suite de l'admission uniforme de l'air sur toute la surface de la grille, il

(*) O. 21, p. 582.

(**) B. Z. VII, p. 332.

(***) Sap. XIII, p. 109.

ne peut y avoir formation de scories, et de plus, la combustion est plus complète à cause du mélange intime de l'air avec les produits de la combustion.

Nous avons déjà indiqué plusieurs appareils fumivores.

Citons encore le *fumivore Orvis* (*) ; cet appareil a pour but de rendre complète la combustion des combustibles. Il se compose (fig. 226) d'une sphère métallique creuse A, au centre de laquelle se trouve une tuyère F placée devant le tuyau E qui débouche dans le foyer de combustion ; un second tube D communiquant avec l'atmosphère et une conduite B allant au dôme de vapeur de la chaudière complètent l'appareil. La vapeur admise en B s'échappe par F, pénètre dans E et produit par D une énergique aspiration d'air qui s'introduit donc dans le foyer. Le fumivore Orvis s'adapte à tous les foyers sans modifications. Le nombre de sphères nécessaires varie évidemment suivant les diverses conditions d'installation locale.

Les avantages de cet appareil sont similaires à ceux des instruments déjà connus basés sur le même principe.

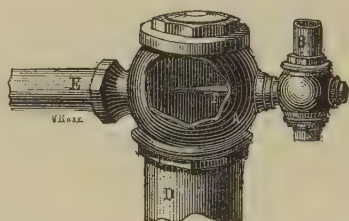


Fig. 226.

La houille arrive sur les grilles ordinaires en morceaux très inégaux, ce qui a pour conséquence de rendre difficile le chargement uniforme de la grille, et de plus donne lieu souvent à la formation de houille collante qui empêche l'introduction de l'air.

Hecht et Koppe (**) (*Leipzig*) ont tâché de remédier à ces inconvénients par un chargement automatique des grilles.

La houille tombe par un entonnoir dans un concasseur, dans lequel elle est brisée en morceaux de grosseur uniforme. De là elle tombe sur la partie antérieure de la grille en passant par une ouverture qui se ferme et s'ouvre alternativement au moyen d'un tiroir qui reçoit un mouvement de va-et-vient par une roue à cames.

Les barres qui composent la grille ne sont pas tout à fait immobiles. Elles reçoivent un léger mouvement de va-et-vient par une autre roue à cames, de manière à forcer la houille à descendre lentement vers la partie postérieure de la grille.

On arrive ainsi à une combustion très uniforme et la formation de scories est complètement évitée.

(*) S. B. 12, n° 11.

(**) N. Z. XI, p. 143.

On peut aussi remplacer le tiroir par une hélice ; la houille passe alors sans aucune secousse sur la grille.

F. DÉTAILS DE CONSTRUCTION.

Otto Knërs (*) (*Fürstenwalde*) s'est fait breveter pour un appareil de sûreté qui a pour but de donner l'alarme par un sifflet à vapeur, quand il n'y a pas d'eau dans le générateur, ou quand la tension de la vapeur est devenue trop forte, ou quand la tôle des chaudières s'échauffe trop, ou enfin quand les incrustations s'accumulent au fond de la chaudière. (Fig. 227 et 228.)

Il consiste essentiellement en une tige *a*, dans laquelle on a vissé inférieurement un bouchon en métal, fusible à un tel degré qu'il fond aussitôt qu'un des cas susmentionnés se produit.

La tige *a* est chargée à sa partie supérieure par le levier *c* et le poids *d*. En dessous du levier *c* se trouve un sifflet d'alarme *e*, dont la soupape s'ouvre à

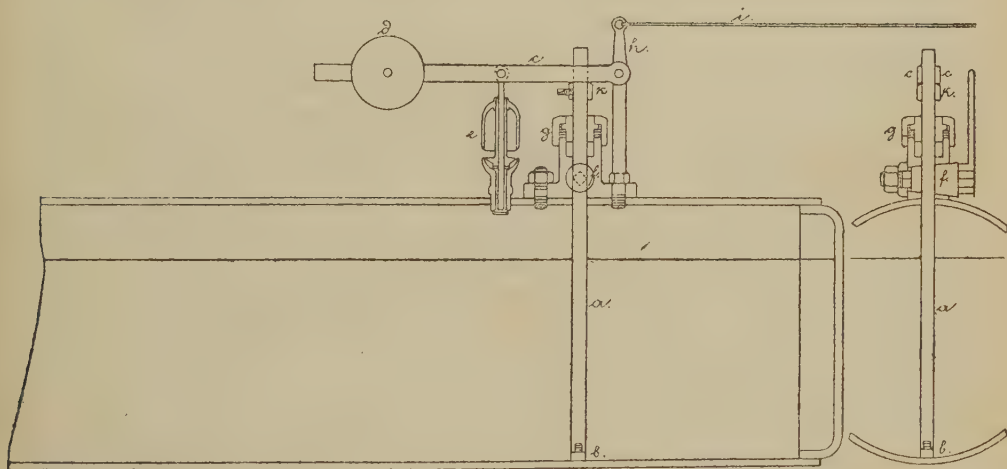


Fig. 227-228.

la descente du levier. Quand le bouchon *b* est fondu, par suite d'une des causes susmentionnées, le poids *d* abaisse la tige *a* et ouvre la soupape du sifflet d'alarme, pour avertir le chauffeur que la température maximum a été dépassée, etc.

Au moyen du levier *h* et de la tige *i*, on peut aussi transmettre le signal à une distance quelconque. La tige *a* traverse le robinet *f* et la boîte à étoupes *g*. Quand on enlève le petit anneau de réglage *k*, on peut retirer la tige *a* jusqu'au-dessus du robinet *f*, puis fermer ce robinet, et ensuite retirer complètement la tige *a*. L'introduction de la tige *a* se fait tout aussi facilement, sans interrompre la marche de la chaudière.

(*) N. Z. X, p. 101.

R. Schwartzkopff (*) (*Berlin*) a inventé précédemment un appareil du même genre, dont le but est de donner l'alarme dans les cas suivants :

1. Quand le niveau de l'eau a baissé trop considérablement pendant le travail ;
2. Quand la tension de la vapeur est devenue trop forte ;
3. Quand il n'y a pas d'eau dans la chaudière au moment de la mise en train, pour empêcher que la chaudière ne rougisce ;
4. Quand l'eau a une température plus élevée que celle nécessaire à l'ébullition, et que néanmoins elle ne bout pas, ce qui arrive parfois quand l'eau est couverte d'une légère couche de graisse. L'appareil est mis en action par la fusion de petites feuilles métalliques très fusibles, et agit alors sur une sonnerie électrique.

Il paraît être préférable à l'appareil de Black.

N. A. Bunge (**) (*Kiev, Russie*) donne une description du flotteur à eau d'*Amflette*, qui n'offre, du reste, rien de particulier. La tige du flotteur à eau porte à sa partie supérieure une crémaillère qui fait tourner un petit segment muni de dents. L'axe de ce segment porte à l'extérieur de la boîte une aiguille qui indique sur un cadran la hauteur de l'eau dans la chaudière. Cette indication peut être vue de loin. L'appareil est encore muni de deux sifflets qui donnent l'alarme quand le niveau de l'eau est devenu trop bas ou trop élevé.

B. Lefèvre et P. Renaux (***) (*Paris*) ont construit un appareil qui peut indiquer à distance le niveau d'eau d'une chaudière à vapeur.

Le flotteur agit par un levier sur un petit piston qui se meut dans un cylindre, dans lequel aboutissent à diverses hauteurs plusieurs tubes étroits réunis en un faisceau et contournés. Au bout de chacun de ces tubes se trouve une petite soupape qui s'ouvre un peu (1 millimètre seulement en tout) quand le piston a passé au-dessus des ouvertures correspondantes, de manière à mettre celles-ci en communication avec la vapeur.

La hauteur de soulèvement de toutes ces soupapes s'ajoute et agit, par une transmission au moyen de leviers, sur une aiguille se mouvant sur un cadran. Plus il y aura de soupapes ouvertes, plus grande sera la déviation de l'aiguille.

L'appareil porte, en outre, un manomètre Bourdon.

Le thermomanomètre avertisseur des explosions de chaudières à vapeur (†).

Les travaux de Gernez, Donny et Dufour ont établi que les explosions de chaudières portées dans les statistiques à l'actif des causes inconnues sont dues à la surchauffe du liquide, c'est-à-dire à cet état spécial auquel arrive l'eau privée d'air que l'on chauffe. Ainsi, lorsque l'on cesse d'alimenter une chaudière, le liquide y contenu est bientôt dépouillé de son air ; si on modère les feux en même temps, il arrivera que l'eau privée d'air n'émettra plus de vapeurs

(*) Z. 34, p. 146.

(**) Sap. XIII, p. 264.

(***) N. Z. X, p. 220.

(†) S. I. 22, n° 9.

proportionnellement à sa température. Cette température s'élèvera et deviendra plus forte que celle qui correspond au degré manométrique. Là où le manomètre marque 5 atmosphères correspondant à une température de 150°, la température réelle du liquide peut être de 165°; à ce moment, si l'on recommence l'alimentation et la chauffe, il peut se produire un brusque développement de toutes les vapeurs emmagasinées par l'eau, capable de produire l'explosion.

Il est facile d'éviter ce danger en observant la température du liquide de la chaudière; cette température doit être en rapport constant avec l'indication du manomètre. **Collardeau-Vacher**, à Paris, construit dans ce but un thermomètre portant la graduation en atmosphères qui correspond aux diverses températures. Si le thermomètre marque 5 1/2 atmosphères alors que le manomètre marque 5, c'est un signe qu'il y a surchauffe et qu'il faut prendre des précautions. (A. L.)

On sait que tous les manomètres métalliques dont on se sert dans les fabriques deviennent inexacts au bout de peu de temps, et il est indispensable de les vérifier fréquemment.

Cette vérification se faisait jusqu'ici par un des appareils suivants :

1. Un manomètre à ressort, étalon ;
2. Une espèce de pompe foulante ;
3. Un manomètre à mercure.

Le premier moyen n'est pas sûr, parce que les manomètres étalons deviennent eux-mêmes inexacts au bout d'un certain temps, l'emploi des pompes foulantes est très peu commode, et celui du manomètre à mercure offre aussi des inconvénients, en ce qu'il exige des tubes d'une hauteur énorme, et que le frottement du mercure dans les tubes est une cause d'erreur.

E. Ruchholz (*) (*Wiener-Neustadt*) a inventé un appareil qui est beaucoup plus pratique.

Il se compose d'un pied creux sur lequel on a fixé, d'un côté, un robinet qui est en communication avec le manomètre qu'il s'agit d'essayer et, de l'autre côté, un cylindre vertical étroit, dont l'intérieur communique avec le creux du pied et est rempli de glycérine.

Dans ce cylindre se meut un piston en acier que l'on peut charger de poids. Ce piston, qui porte un plateau à sa partie supérieure, a une section de 2 centimètres, et son poids équivaut à la pression d'une atmosphère sur le manomètre. Les poids que l'on place sur le plateau sont de 2 kilogrammes (équivalant à 1 atmosphère) ou de 1 kilogramme (1/2 atmosphère). L'appareil doit être bien placé de niveau, et il faut donner pendant l'essai un léger mouvement de rotation au plateau, de manière à empêcher le frottement du piston dans le cylindre. L'appareil est commode, demande peu de place et fonctionne toujours bien, pourvu qu'on ne laisse pas des impuretés s'introduire dans le cylindre.

(*) N. Z. X, p. 114.

G. ALIMENTATION D'EAU.

W. Ritter (*) (*Altona*) s'est fait breveter pour un appareil destiné à régler soit l'alimentation des chaudières (fig. 229 et 230), soit l'évacuation des eaux de condensation dans les conduites de vapeur (fig. 231).

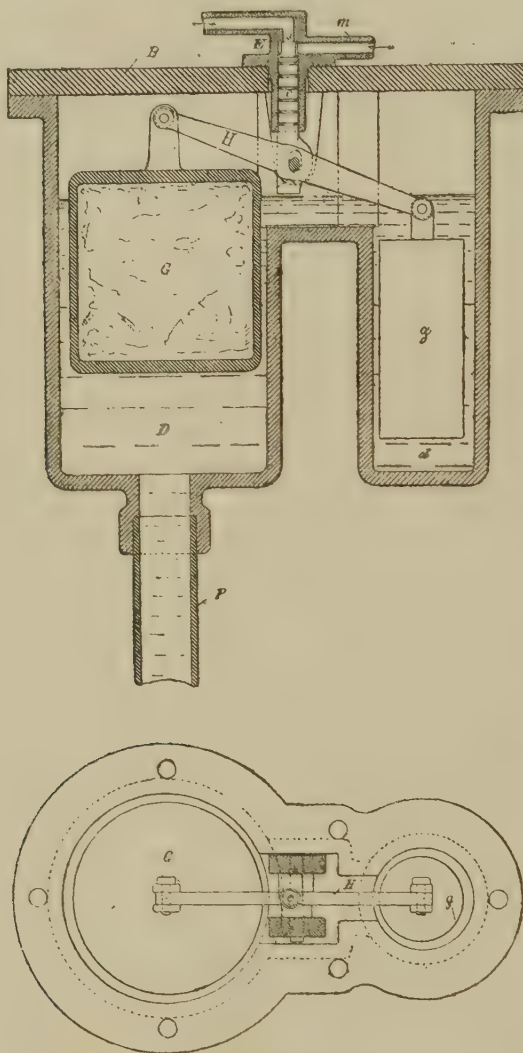


Fig. 229-230.

Il se compose de 2 cylindres, fermés à leur partie inférieure, l'un D plus grand, l'autre d plus petit, qui sont réunis à leurs parties supérieures par un

(*) N. Z. X, p. 129.

canal, et fermés par le couvercle D vissés sur eux. Par celui-ci passe une boîte E dans laquelle se trouve un piston formant soupape *e*, qui s'ouvre ou se ferme par suite de la rotation du levier à deux bras H. L'un des bras du levier H porte le flotteur G, l'autre un poids de décharge *g* qui est un peu plus léger que le flotteur.

Quand l'appareil doit servir à régler l'alimentation des chaudières (fig. 229 et 230), il est monté de façon que la soupape *e* se ferme quand le flotteur se soulève, c'est-à-dire aussi longtemps que le cylindre D est rempli d'eau, et s'ouvre aussitôt que le niveau de l'eau en D baisse. Dans ce dernier cas, de la vapeur passe du tuyau *m* par le tuyau *n* dans l'appareil d'alimentation et met celui-ci en mouvement.

Au fond du cylindre D se trouve fixé un tuyau P qui plonge jusqu'au niveau normal de l'eau dans les chaudières, de manière à introduire de l'eau dans les deux cylindres D et *d* aussi longtemps qu'elle est au-dessus du niveau normal de la chaudière.

Quand l'eau est descendue en dessous de ce niveau, la vapeur entre en D et l'en fait sortir, tandis que le cylindre D reste rempli d'eau. Le flotteur G tombe et tient la soupape *e* aussi longtemps ouverte jusqu'à ce que le niveau de l'eau est redevenu normal dans la chaudière.

Si l'appareil doit être employé pour régler l'évacuation des eaux de retour (fig. 231), le tuyau P est supprimé.

L'eau de condensation entre dans le cylindre D par le tuyau *a* et soulève le flotteur G. La soupape *e* s'ouvre dans ce cas, non pas quand le flotteur s'est abaissé, mais quand il s'est élevé. Donc, quand le cylindre D commence à se remplir d'eau, la soupape *e* s'ouvre, et l'eau, par suite de la pression de la vapeur, est évacuée par le tuyau *i* et la soupape *e* dans le tuyau de vidange. Puis le flotteur retombe et empêche l'entrée de la vapeur dans le tuyau *i*, etc.

Les figures 232 et 233 représentent les détails du piston-soupape *e*.

Il y aurait un très grand avantage à pouvoir alimenter les générateurs d'une manière automatique. On ne dépendrait plus alors du bon vouloir des chauffeurs, et de plus, l'alimentation se faisant très régulièrement, il y aurait en même temps une certaine économie de combustible. On a proposé souvent des appareils dans ce but, mais jusqu'ici ils n'ont pas réussi en pratique.

Il faut cependant faire une exception pour l'appareil automatique de **S. G. Cohnfeld** (*) (*Zaukeroda*), qui paraît avoir donné, d'après l'opinion de **Martin** (*Mescherin*) et de **Lingner** (*Szymborze*), d'excellents résultats.

L'appareil peut aspirer l'eau jusqu'à une hauteur de 4 1/2 à 5 mètres, mais, dans ce cas, sa température ne doit pas dépasser 50° centigrades ; c'est là son seul inconvénient. Si, au contraire, le réservoir de l'eau se trouve au-dessus des générateurs, on peut travailler à n'importe quelle température.

D'après le procédé Cohnfeld, l'eau est introduite dans les générateurs par la pression de la vapeur de ces derniers ; il faut donc que l'appareil soit placé, à 0^m,600 au-dessus du niveau des générateurs ; tout au plus pourrait-on descendre au besoin jusqu'à 0^m,300.

Les fabricants paraissent être très satisfaits de cet appareil ; il y en a même

(*) Z. 33, p. 573.

qui prétendent avoir économisé 15 % de combustible, ce que Cohnfeld lui-même (un exemple très rare de la part d'un inventeur) considère comme une exagération. D'aucuns prétendent même qu'il y a avantage de faire monter l'eau préalablement par une pompe dans un réservoir placé au-dessus des générateurs, et puis de la faire passer par l'appareil Cohnfeld.

Cet appareil paraît donner une sécurité complète. Si même, par impossible, il arrivait qu'il ne fonctionnât pas, le sifflet d'alarme est là pour avertir le chauffeur.

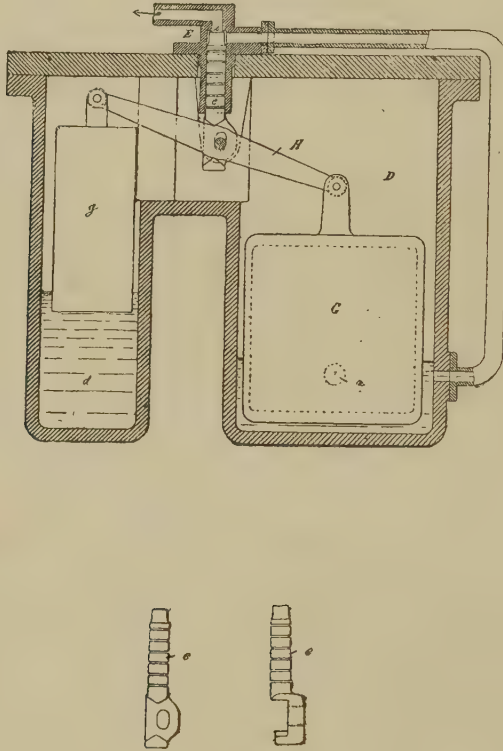


Fig. 231-232-233.

Lingner, tout en reconnaissant les avantages de cet appareil, conseille cependant de maintenir en réserve à côté de lui les pompes et de les faire marcher une fois par jour à une heure déterminée, pour être sûr qu'elles fonctionneront quand on en aurait besoin.

Belbezet-Dubois (à Ivry-sur-Seine, France) a également inventé un alimenteur automatique pour les chaudières à vapeur.

(*) S. I. 21, n° 13.

Chr Abel (*) (à *Frankfurt a/o*) a imaginé un appareil pour réchauffer les

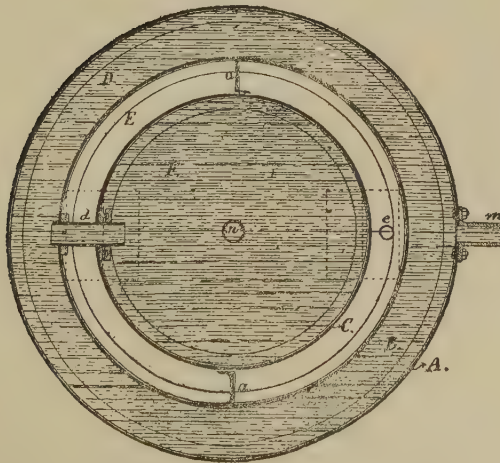
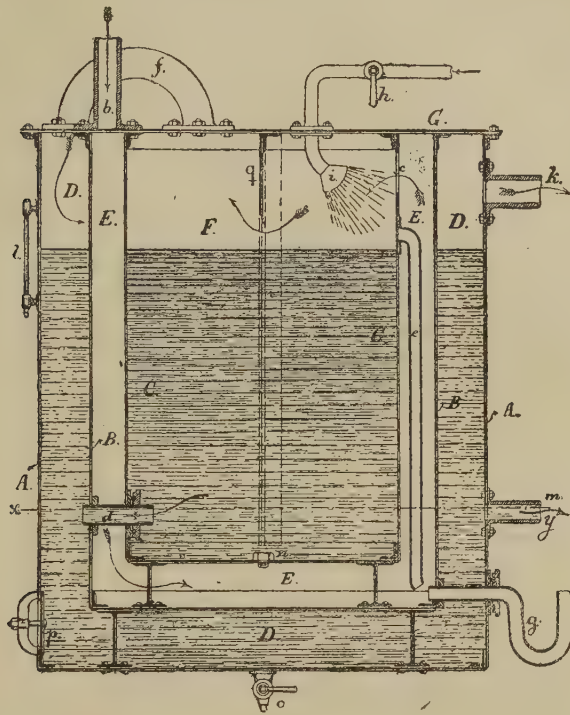


Fig. 234-235.

eaux d'alimentation avant leur entrée dans les générateurs. (Fig. 234 et 235. La figure 235 est une coupe suivant XY, fig. 234.)

(*) N. Z. X., p. 127.

L'appareil d'Abel se compose de 3 vases cylindriques A B et C placés l'un dans l'autre et recouverts d'un seul couvercle G qui est vissé sur les rebords du cylindre A, mais qui s'appuie simplement sur les parties supérieures des cylindres B et C ; on a interposé une garniture pour rendre les joints étanches. — Il se forme ainsi trois espaces cylindriques D, E et F. L'espace E est divisé en deux parties par des fers angulaires *a a* qui sont rivés au vase B et qui touchent le vase C sans y être fixés. Les deux parties de l'espace E communiquent librement par en dessous. L'espace F est à sa partie supérieure en communication avec l'espace E par l'ouverture *c* et avec l'espace D par le tuyau *f* et à sa partie inférieure par le tuyau *d*. L'eau peut passer par le trop-plein *e* de l'espace F dans la partie inférieure de l'espace E, et de là être évacuée par un tube *g*, courbé en U.

La vapeur peut entrer dans l'appareil par le tuyau *b* et l'eau à réchauffer par le robinet *h*, et la pomme d'arrosoir *i q* est une cloison disposée entre le tuyau *f* et l'ouverture *c*.

Voici la marche de l'opération :

On remplit l'appareil d'eau par le robinet *h* jusqu'à ce que l'eau soit arrivée à la hauteur normale dans les cylindres F et D qui communiquent par *d*. Puis on règle le robinet *h*, de manière qu'il donne seulement la quantité d'eau nécessaire pour l'alimentation, laquelle est retirée par *m*. Ensuite on fait arriver de la vapeur de retour par le tuyau *b* dans l'espace E, où la vapeur se refroidit suffisamment pour laisser déposer les substances grasses qu'elle contient. Celles-ci et l'eau condensée sont évacuées par le tube *g*. La vapeur non condensée entre par l'ouverture *c* dans l'espace F et se mélange ici avec l'eau qui entre par la pomme d'arrosoir *i*. La plus grande partie de la vapeur se condense, le reste passe en dessous de la cloison *q* par le tuyau *f* dans l'espace D, et de là s'échappe dans l'air par le tube K, après avoir abandonné encore une partie de sa chaleur. Ainsi, dans l'espace E (qui sert à l'élimination des substances grasses), la vapeur réchauffe l'eau sans arriver en contact avec elle, et est épurée en même temps par le refroidissement. Dans l'espace F, la vapeur se mélange avec l'eau chaude, et les incrustations et boues se déposent au fond de ce vase. Enfin l'eau épurée entre dans l'espace D et est retirée de là par le tuyau *m*. Pour nettoyer le réchauffeur, il suffit d'enlever le couvercle G et dévisser les tuyaux *d* et *g*. Il est facile alors d'enlever et de nettoyer les vases C et B.

Un appareil du même genre a été inventé par **Ph. Hirschel** (*) (*Düsseldorf*). Il est représenté en coupe dans la figure 236 et en élévation dans la figure 237.

C'est un cylindre vertical fermé, par le couvercle duquel passe un tuyau *l* qui présente plusieurs fentes *u u u* et qui porte des plateaux *b c d*. Le diamètre de ces plateaux va en augmentant à mesure que l'on descend.

L'eau d'alimentation entre dans le réchauffeur par le tuyau *a* dont l'extrémité est pliée en anneau autour du tuyau *l* et percée de fines ouvertures, par lesquelles l'eau introduite tombe sur le plateau *b*, puis passe au-dessus du rebord de *b* dans le plateau *c*, ensuite dans le plateau *d*, et se réunit enfin dans

(*) N. Z. XI, p. 117.

le fond du réchauffeur. L'eau est aspirée par la pompe d'alimentation en *h*, où sa sortie est réglée par un robinet. La vapeur de retour est introduite au milieu du cylindre par le tuyau *f*, où elle est arrêtée par une plaque de distribution *e*. Elle s'élève autour du plateau *d* le long des parois de l'appareil, pour entrer par les fentes *u u* dans le tuyau *l*, d'où la partie non condensée peut s'échapper. Pour arriver à ce tuyau *l*, la vapeur doit passer à travers l'eau qui tombe en pluie par les divers plateaux et se condense ainsi en grande partie.

Le flotteur *i* a pour but d'évacuer par le tuyau *p* l'huile qui a été amenée par la vapeur de retour et qui surnage au-dessus de l'eau.

A cet effet, on règle le robinet *h* de façon que la quantité d'eau qui arrive par *a* soit un peu plus grande que celle qui s'écoule par *h*.

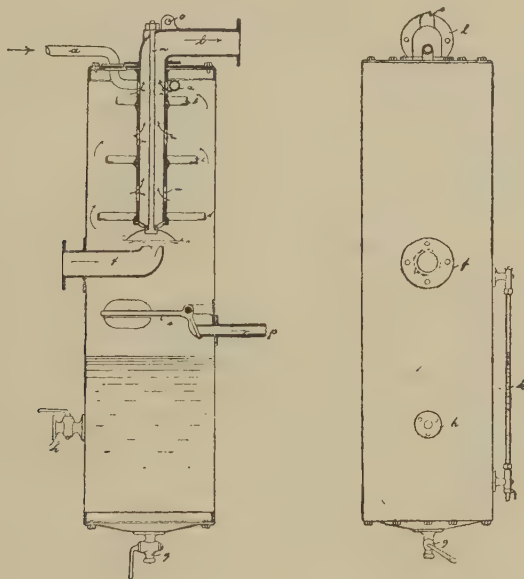


Fig. 236-237.

Le robinet *g* sert à décharger périodiquement la boue qui se rassemble au fond.

Il est facile, au besoin, d'enlever le couvercle supérieur du réchauffeur avec les plateaux, afin d'en enlever les incrustations qui s'y forment.

Un autre appareil, répondant au même but, est celui de **D. D. Wass** et **L. Katzenstein** (*) (à New-York). (Fig. 238 à 243.)

Fig. 238 est une coupe longitudinale de l'appareil, suivant *xx* (fig. 241).

Fig. 239. Coupe transversale, suivant *yy* (fig. 238.)

Fig. 240. Coupe transversale, suivant *zz* (fig. 238).

(*) Z. XI, p. 209.

Fig. 241. Vue de l'appareil d'en haut (après avoir enlevé le couvercle et quelques autres parties) avec une coupe du tuyau *k*, etc.

Fig. 242. Coupe longitudinale et } de la soupape à air *M*.
 Fig. 243. Vue d'en haut

L'appareil, qui a la forme d'une auge sur laquelle se trouve vissé le couvercle *B*, est divisé par les cloisons *C* en diverses sections qui communiquent entre elles par leur partie supérieure. La première et la dernière cloison sont perpendiculaires à l'axe principal, les cloisons intermédiaires ont des positions obliques (fig. 241). La dernière cloison *C* (à droite) atteint le bord supérieur du réservoir *A* et touche avec son bord supérieur le bord inférieur de la cloison transversale *D*, disposée dans le couvercle (fig. 238 et 241).

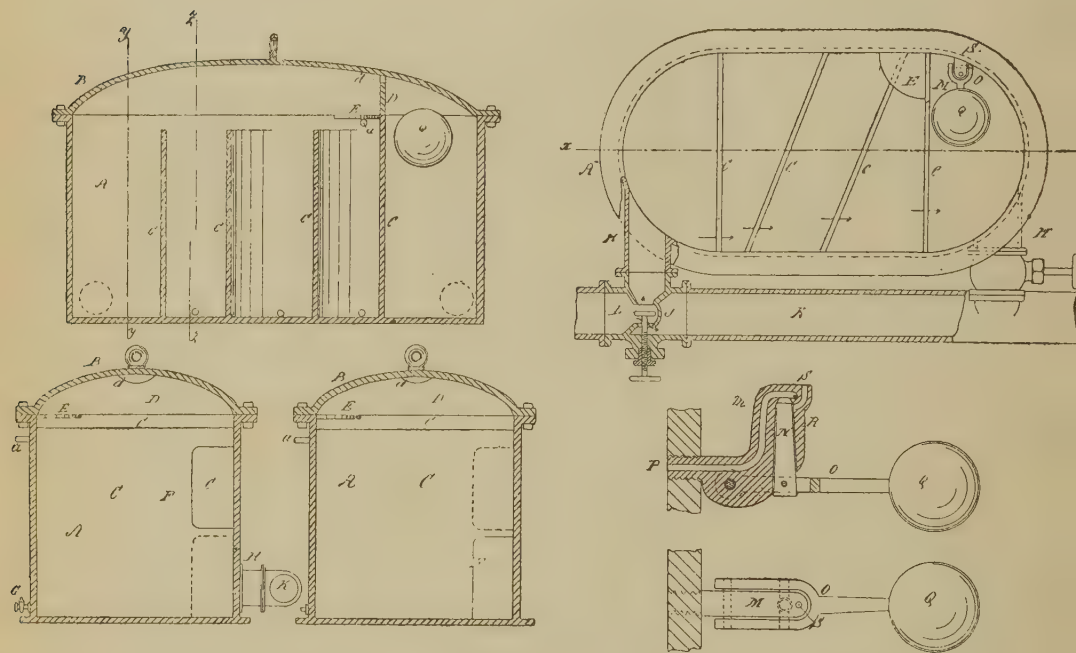


Fig. 238 à 243.

A la partie supérieure de cette cloison *D* se trouve une ouverture *d* par laquelle l'air peut passer dans l'espace formé par la dernière paroi *CD* et celle du réservoir *A*. Près du bord supérieur de cette dernière cloison *C* et de la paroi latérale du réservoir se trouve fixée une plaque *E* qui a la forme d'un cadran, et en dessous de cette plaque se trouve une petite ouverture *a*, destinée à la vidange de la graisse qui surnage sur l'eau.

Dans chaque cloison se trouve une ouverture *F*, disposée de telle façon que si elle se trouve à la partie inférieure dans une des cloisons, elle se trouve à la partie supérieure dans l'autre. Dans la paroi latérale du réservoir, à la partie inférieure de chaque section, se trouve un robinet *G*, destiné à la vidange de la boue qui s'y réunit, et que l'on chasse par un courant de vapeur.

A chacune des extrémités du réservoir A se trouve un tuyau H qui communique avec le tuyau d'alimentation K des chaudières. Cette communication peut être interrompue par la soupape L qui repose sur le siège J, de sorte que l'eau d'alimentation peut entrer directement dans les générateurs sans passer par l'appareil A. Cela a lieu quand l'appareil doit être nettoyé. Dans la dernière section (à droite, fig. 238 et 241) se trouve une boîte à soupape M (fig. 242 et 243), destinée à l'évacuation de l'air. Elle est percée par un canal P qui conduit à l'extérieur et qui peut communiquer par le canal S avec la dernière section du réservoir. Quand cette section est pleine d'eau, la communication est interrompue par la soupape conique N qui est pressée par le flotteur Q. Mais aussitôt que la pression de l'air à l'intérieur augmente et que le niveau de l'eau baisse, le flotteur Q descend et ouvre la soupape conique N, de manière que l'air puisse s'échapper par le canal S et le canal P.

H. SUR L'INCRUSTATION DES CHAUDIÈRES.

E. Campe (*) donne un résumé très intéressant des moyens qui ont été proposés jusqu'ici, pour éviter les incrustations des chaudières.

Il vaut toujours mieux éloigner les matières incrustantes avant l'alimentation, en ajoutant des réactifs appropriés et en séparant le précipité formé par un repos de plusieurs heures. C'est le Dr **Kohlrausch** qui a appliqué le premier ce principe en 1869 dans la fabrique de Prilep (Moravie). Les procédés de **Stingl-Béranger** (soude et chaux), de **Haën** (chlorure de baryum et chaux) et de **Bohlig** (combinaison magnésienne), sont basés sur le même principe. D'après **F. Fischer**, la poudre de Bohlig est composée de 72 % d'oxyde de magnésie et de 12 % de carbonate de magnésie; c'est donc probablement du magnésite, tel qu'on le trouve à Frankenstein (Silésie). Cette poudre donne de bons résultats, d'après lui, en présence de sels magnésiens, mais **R. Günsberg** soutient le contraire. D'après **Schnackenberg** et **F. Schwager**, le procédé de Haën est très dangereux, car il attaque la tôle en présence de sels magnésiens.

K. et Th. Moller se sont fait breveter pour un procédé qui ne contient cependant rien de neuf. Ils enlèvent le bicarbonate de chaux, en neutralisant ce sel par la chaux. Le carbonate de magnésie est également précipité par la chaux; l'excès de chaux est précipité par le carbonate de soude, et la soude caustique qui se forme alors précipite la magnésie.

Le sulfate de magnésie est aussi décomposé par la chaux caustique; il se forme du sulfate de chaux qui est précipité par le carbonate de soude; la soude caustique formée précipite à son tour l'hydrate de magnésie.

Les compositions de l'acide humique avec la chaux et la magnésie sont décomposées par la soude caustique, ou par l'introduction de l'air et de la chaux.

Il est avantageux de peindre les chaudières à vapeur avec du goudron en laissant à celui-ci le temps de sécher.

Campe passe ensuite en revue les réactifs que l'on a conseillé d'introduire dans les chaudières pour empêcher les incrustations, et dont la composition

(*) O. 21, p. 908.

est tenue secrète. La plupart d'entre eux sont dangereux et tous se vendent beaucoup trop cher. Citons, entre autres, le « produit métallique français » vendu par la « Société anonyme » de Villeneuve (France), au prix de 240 francs les 100 kilogrammes. Ce produit n'est autre chose que de la... craie, et l'agent de cette Société, M. A. Bernard (Bruxelles), a été condamné à 6 mois de prison à Stuttgart.

M.-J. Macadam (*) passe en revue les moyens qui ont été recommandés contre les incrustations des chaudières à vapeur. Ces incrustations se composent ou bien presque exclusivement de carbonate de chaux, ou bien peuvent contenir des quantités notables de sulfate de chaux. Les premières sont plus faciles à éloigner que les dernières. Quand on veut procéder au nettoyage, il faut avoir soin de ne faire écouler l'eau des générateurs que quand elle s'est refroidie complètement; les incrustations se détachent alors plus facilement. Parmi les meilleures eaux d'alimentation, on peut citer celles provenant des tourbières qui ne donnent pas d'incrustation, mais seulement une boue facile à éloigner. Parmi les plus nuisibles, il faut compter l'eau acide provenant de certaines mines, qui attaque la tôle et qui forme des incrustations riches en sulfate de chaux et en oxyde de fer. L'eau de la mer est également nuisible.

Les matières proposées pour empêcher ou pour dissoudre les incrustations sont : des sels, des graisses, des produits de la paraffine, et d'autres substances organiques. On les ajoute ou bien avant l'alimentation ou bien dans les chaudières mêmes.

Parmi les sels, il faut citer surtout la soude, qui décompose le sulfate de chaux. Le dépôt formé ne s'enlève pas toujours facilement.

Le chlorure de baryum est nuisible, car il augmente encore les incrustations en formant du sulfate de baryum. Le phosphate de soude et les sulfites sont également employés dans quelques fabriques.

Parmi les graisses, on n'emploie guère que le suif, qui est très nuisible, car il forme des acides gras qui attaquent la tôle et qui forment avec la chaux des savons calciques insolubles. L'huile de paraffine a plutôt une action mécanique, et peut donner des résultats satisfaisants, quand elle est pure. Parmi les autres substances organiques employées, on peut citer la tourbe, la mousse, les pommes de terre qui facilitent toutes l'enlèvement des incrustations. On préconise encore diverses autres matières telles que le carbonate de baryte, le nitrate d'ammoniaque, le chlorure de sodium, le charbon de bois, ainsi que des substances qui contiennent le tannin, et le zinc, qui paraît être utile pour les eaux de la mer.

On a proposé aussi d'enlever les matières incrustantes avant l'introduction de l'eau dans les générateurs, soit en les réchauffant simplement, soit en les traitant par la chaux, la magnésie, le chlorure de baryum, le phosphate de calcium ou la soude, selon les résultats de l'analyse chimique préliminaire.

Il faut se défier, en tout cas, des moyens universels conseillés contre l'incrustation, même de ceux qui sont appliqués avant l'alimentation. Tous ces moyens ont fréquemment des effets désastreux.

On prétend cependant avoir obtenu de bons résultats par l'emploi du

(*) *Journ. soc. chim. ind.* 1883, p. 12 et N. Z. X, p. 257.

catéchu, auquel on avait ajouté de petites quantités de réactifs appropriés, à la condition que l'on fasse évacuer de temps en temps la boue formée; de même on recommande la cellulose alcaline et la soude, pourvu que l'on n'en emploie pas de trop grandes quantités.

N. A. Bunge (*) (*Kiev, Russie*) passe en revue tous les systèmes proposés contre l'incrustation des chaudières, dans son rapport sur l'exposition de Moscou en 1882.

On peut diviser tous ces systèmes en trois groupes :

1. Moyens pour enlever les incrustations des chaudières par voie mécanique et pour les rassembler aux endroits des générateurs où elles ne peuvent nuire ;

2. Introduction de matières diverses dans les générateurs, pour empêcher que les incrustations durcissent et s'attachent aux parois. Ces moyens ont ou bien une action purement mécanique, tels que l'argile, la sciure de bois, le verre, le zinc, ou bien une action physique ou chimique, tels que l'amidon, le sucre, la glycérine, le naphte, les écorces de chêne, la soude, les sels de baryte, etc. ;

3. Moyens pour éliminer de l'eau, avant l'introduction dans les chaudières, toutes les substances qui peuvent former des incrustations (telles que les bicarbonates de magnésie et de chaux, le gypse), ou pour les transformer en substances plus solubles (**).

Parmi les systèmes du premier groupe, il faut citer l'appareil de **Siréch-itchikov** (*Moscou*), qui est une modification de celui de Seward et Smith.

Un anneau léger à section circulaire et percé de beaucoup d'ouvertures flotte sur l'eau et communique avec deux tuyaux qui se trouvent en dessous. Ceux-ci sont reliés à leur tour par des charnières à un tuyau de vidange qui sort de la chaudière et se termine en robinet. Les dépôts qui se rassemblent à la surface de l'eau passent par les ouvertures dans l'anneau, et de là sont évacués de temps à autre par le système des tuyaux décrits.

Parmi les moyens du deuxième groupe, on peut citer l'anticalcite de **Melnikov** (*Odessa*), qui se compose de soude et d'écorces de chêne; puis une solution de bois de campêche et de soude proposée par la Société des chemins de fer du Sud-Ouest de la Russie; enfin un mélange de glycérine impure et de soude caustique proposé par **Ossovezki** (*Moscou*).

Tous ces procédés ne peuvent être recommandés, et il est même ridicule de vouloir indiquer des moyens d'un emploi universel pour des eaux dont la composition est très variable.

Les moyens du troisième groupe, surtout quand ils sont adoptés à chaque cas spécial, sont de beaucoup préférables.

Le système le plus simple est celui de **Drévau**, qui fait réchauffer l'eau avant son entrée dans la chaudière, de sorte que les matières incrustantes se déposent et sont évacués facilement. Cet appareil n'est ni neuf, ni plus pratique que les anciens appareils du même genre.

(*) Sap. XIII, p. 275.

(**) Voir *Technologie chimique de l'eau*, par N. A. BUNGE. Kiev, 1879 (livre écrit en langue russe).

L'épuration des eaux, d'après **Bérenger** et **Stingl**, se fait au moyen de la chaux vive et de la soude caustique, dans des proportions indiquées par l'analyse de l'eau. Ce procédé a été employé à la station de Zdolbounovo et y a donné de bons résultats.

Cherbatchev emploie les mêmes réactifs que **Bérenger** et **Stingl**, mais son appareil est construit d'une manière différente et, paraît-il, plus pratique.

Bolling conseille l'emploi de la magnésie. Ce procédé a été mis en pratique par le **baron Derschau**. L'eau passe par le fond perforé d'un cylindre en zinc, couvert d'un mélange d'hydrate de magnésic et de sciure de bois. Les dépôts formés sont retenus par un passage sur 4 cylindres de 1 mètre de hauteur et de 0^m6 de diamètre.

Il y a plusieurs inconvénients :

1° La réaction entre l'hydrate de magnésie et les substances qui se trouvent dans l'eau se fait très lentement, et ne peut être complète dans cet appareil.

2° Lorsqu'il y a beaucoup de sulfate de chaux dans l'eau, il faut ajouter, outre l'hydrate, du carbonate de magnésie.

3° S'il y a des chlorures dans l'eau, il se forme du chlorure de magnésium qui attaque la tôle des chaudières.

Quels que soient, du reste, les défauts de ces systèmes, ils valent toujours mieux que tous les moyens secrets offerts aux fabricants et basés uniquement sur l'ignorance de ceux-ci.

Un désincruster remis en vogue actuellement paraît être le **zinc** (*). On place dans la chaudière ce métal laminé en grosses plaques.

Il se produirait des courants thermo-électriques, le zinc constituant le pôle positif, le fer le pôle négatif. Les courants empêcheraient la production des incrustations d'une façon complète.

Les plaques ont généralement 25 millimètres d'épaisseur, 150 millimètres de large et 3 mètres de long. L'expérience a, en outre, démontré qu'une surface de zinc suffit pour désincruster 150 surfaces de générateur ; que 4 ou 5 plaques suffisent pour une chaudière fixe de 30 chevaux avec une eau moyenne; que chaque cheval-vapeur exige un 1/2 kilogramme de zinc par an.

Le **Tartrifuge Nivet** (**), dont on parle souvent, agit en offrant à la cristallisation des sels d'autres amorces que les parois des chaudières, par suite du précipité pulvérulent qu'il produit par son mélange avec l'eau et qui suffirait à éviter les dépôts contre les rugosités de la tôle. Ce désincruster est à base organique colloïdale et, par suite, doit entraver les cristallisations, les rendre confuses et empêcher les amas des cristaux désagregés.

La quantité à employer varie suivant le degré hydrotimétrique des eaux. Pour 8 jours de 24 heures et pour chaque cheval-vapeur (1^m50 de surface de chauffe), il faut : de 5 à 20° hydrotimétriques, 300 grammes ; de 20 à 40° hyd., 400 gr. ; de 40 à 70° hyd., 500 gr. ; de 70 à 120° hyd., 700 gr.

Le **Désincruster Alfieri** (***) veut absolument tenir la corde. Qu'on en juge :

(*) S. B. 12, n° 12.

(**) J. d. F. S. 24, n° 37.

(***) S. B. 12, n° 12.

1° c'est une poudre (aux yeux peut-être !); 2° elle est neutre avant, pendant et après son action; 3° elle s'introduit très facilement; 4° l'eau reste calme dans les générateurs; 5° elle ne se trouble pas; 6° la vapeur produite est très propre; 7° tous les mois il suffit de vider la chaudière et de remettre de la nouvelle eau; 8° son emploi ne présente aucun inconvénient; 9° quant à ses avantages, ils sont énormes; 10° il a été expérimenté très loin, en Italie et à Toulon; 11° il y a un numéro à la fin de cet article si élogieux. (A. L.)

Le *Laboratoire* de l'association pour la surveillance des chaudières à vapeur, de *Munich*, a effectué l'analyse de vingt désincrustants différents (*). A côté de la composition des produits se trouvent le prix coûtant et le prix de vente.

La lecture de ce travail est des plus édifiantes. Espérons qu'elle portera ses fruits.

En majeure partie, ces agents désincrustants sont composés de soude caustique, carbonate de soude, sulfate de soude, carbonate de baryte, de magnésie, chlorures de sodium, d'ammonium; quelques extraits de plantes, de tannin; le tout agrémenté d'une matière colorante quelconque qui permet de faire payer 200 francs les 100 kilogrammes ce qui en vaut 20. Comme exemple, nous citerons la composition du désincrustant de *Alfieri*, dont il a été question plus haut: 100 parties de la poudre renferment

Soude	73,85
Chlorure et sulfate de soude	1,85
Argile, chaux, sable.	3,47
Débris de plantes	6,02
Eau.	14,32

En somme, le produit est constitué par 74 % de soude, 6 % de feuilles de sumac pulvérisées, 14 % d'eau, 6 % de matières accessoires.

La valeur réelle d'un kilogramme est de 33 centimes environ. Le prix de vente en est de fr. 2.50. Nous renvoyons au document original pour les 19 autres *désincrustants*!! (A. L.)

Closson (**) développe aussi les graves inconvénients qu'offrent tous les moyens conseillés pour empêcher les incrustations des chaudières. D'après lui, le carbonate de soude est le seul moyen pratique, et cependant lui aussi a l'inconvénient de former des savons. Tous les autres moyens sont incontestablement plus nuisibles qu'utiles.

H. Jelinek (***) s'étonne que les fabricants de sucre dépensent encore tant d'argent pour des moyens chimiques et mécaniques destinés à prévenir ou à enlever les incrustations qui se forment dans les chaudières à vapeur, alors qu'ils ont à leur disposition tant d'eau distillée et pure, excellente pour l'alimentation. Considérant que l'ammoniaque attaque le cuivre, d'aucuns s'imaginent que l'eau ammoniacale provenant de l'évaporation, puisse attaquer

(*) N. Z. XI, n° 40 et 41.

(**) S. B. 11, n° 23.

(***) B. Z. VII, p. 458.

également la tôle des chaudières à vapeur. C'est un préjugé en faveur duquel il n'existe aucune preuve. Mais si même on voudrait rejeter les eaux qui sont riches en ammoniac, il en reste cependant assez qui n'en contiennent que fort peu et qui sont certainement bien appropriées à l'alimentation des chaudières, et il ne faudrait pas y ajouter une seule goutte d'eau ordinaire.

CHAPITRE VIII

QUESTIONS DIVERSES

A. ÉPURATION DES EAUX DE VIDANGE DE LA FABRIQUE.

La question de l'épuration des eaux de vidange occupe très vivement les fabricants de sucre allemands, par suite des mesures vexatoires prises par l'administration contre quelques-uns d'entre eux.

Hahne (*) (*Artern*) a fait un rapport très intéressant sur cette question. D'après lui, il n'existe aucun moyen qui pourrait satisfaire complètement aux exigences de l'administration.

On peut diviser tous les moyens proposés jusqu'ici dans ce but en deux groupes, selon qu'ils n'emploient pas de réactifs chimiques, ou qu'ils en exigent.

Dans le premier groupe, nous citerons les quatre systèmes suivants :

a. Le *procédé d'Elsässer*. Il consiste à faire écouler toutes les eaux de vidange dans de grands bassins, disposés en terrasses et drainés à 1 mètre de profondeur. Chacun de ces bassins doit être assez grand pour recueillir les eaux provenant d'un travail de 12 heures dans la fabrique, et ils doivent être assez nombreux pour permettre à l'eau de séjourner dans le bassin pendant 10 à 12 jours.

Pour 100,000 kilogrammes de betteraves travaillées par jour, il faut ainsi un terrain de 4 hectares. Ce système a été adopté déjà par 25 fabriques de sucre.

b. Le *procédé de Gerson* est plus simple, mais exige plus de terrain. Les eaux sont amenées par des tuyaux souterrains, dans de petits bassins. Les digues qui entourent ceux-ci sont établies à la charrue.

L'eau perd ses qualités nuisibles au bout de peu de temps, et on peut alors rétablir le niveau de terrain. Il faut changer successivement l'emplacement de ces bassins de manière à faire le tour du terrain disponible dans une période déterminée. Il est souvent avantageux de filtrer précédemment par le procédé du professeur Müller ou de Denton, les eaux qu'il s'agit d'épurer. — Le procédé

(*) Z. 33, p. 660.

de Gerson a été appliqué aux environs de Berlin. Son application coûte de 300 à 500 francs par hectare, selon la grandeur du terrain disponible.

c. Le *procédé du professeur Müller* consiste à faire déposer les eaux dans de grands bassins, après les avoir réchauffées par les vapeurs de retour jusqu'à 40° centigrades, ce qui accélère la fermentation. Puis les eaux sont filtrées sur du gravier, du coke, etc.

c. Le *procédé de Röckner* est très simple. On construit un grand bassin couvert, dans lequel se place un cylindre de 8 mètres de hauteur ; on fait le vide dans celui-ci. L'eau de la fabrique coule dans le bassin et monte dans le cylindre, où les boues se déposent au fond et sont évacuées par des hélices. Ce procédé n'a pas encore été essayé, en pratique.

Parmi les systèmes qui se rangent dans le deuxième groupe, on peut citer :

e. Le *système de Knauer*. Les eaux de la fabrique coulent dans un grand bassin de décantation, puis après y avoir déposé leur boue, elles passent dans un bassin particulier, où elles sont réchauffées à 80° C. On ajoute de la chaux vive qui opère une sorte de défécation. L'eau, devenue claire, s'écoule dans un autre bassin, où on ajoute du chlorure de manganèse, pour hâter la fermentation. Enfin on fait passer l'eau par des gradins.

f) *Bodenbender* procède d'une manière analogue. Les eaux sont filtrées d'abord sur du gravier, du coke, puis on ajoute de la chaux à froid, et on termine par une nouvelle filtration.

g) Le *procédé de Süvern*, qui est déjà très ancien, repose sur l'emploi de la chaux et du goudron, et a été modifié dans les derniers temps de diverses manières.

Les opinions sont très partagées sur ces procédés divers : les uns préfèrent le procédé d'Elsässer, qui est le moins coûteux ; les autres préfèrent celui de Knauer, qui donne plus d'effet. Somme toute, aucun des procédés ne répond parfaitement au but à atteindre. Mieux vaudrait peut-être, d'après Hahne, renoncer dans toutes les fabriques à l'emploi du noir, dont la révivification est la cause principale de la formation de ces eaux infectes.

Le **Dr Bodenbender** (*Wasserleben*) ne prétend pas avoir inventé un nouveau procédé, il a seulement appliqué ce qu'il avait déjà vu à Halle et à Frankfurt-sur-Mein. La principale condition pour désinfecter l'eau de vidange est la présence de l'air qui brûle peu à peu les substances organiques. Mais comme les matières acides s'oxydent plus difficilement que les matières alcalines, il faut laisser toujours aux eaux de vidange un léger excès de chaux, après avoir écarté complètement les matières solides entraînées (terre, cossettes de bettes, etc.).

Quand on fait filtrer ces eaux alcalines sur du coke, une grande partie des matières organiques est oxydée, au moins au commencement de l'opération.

E. Sostmann (*) (*Minsleben*) se déclare contre les procédés d'Elsässer, de Knauer et de Müller et en faveur des nouveaux procédés de *Röckner* (appliqué à Lüben) et d'*Oppermann* (appliqué à Stöbnitz), qui n'ont pas besoin de grands

(*) D. Z. J. IX, nos 11, 12 et 13.

terrains, mais seulement d'une surface de quelques mètres carrés, et qui n'exigent que peu de chaux et l'addition de quelques réactifs chimiques.

A. Müller (*Berlin*) proteste contre l'opinion de Sostmann, qui n'est démontrée par aucune expérience et qui est contestée formellement par des autorités telles que le docteur Degener et le professeur Märcker.

E. Sostmann insiste sur son opinion. Le procédé de Knauer n'est pas pratique. Il est inutile de réchauffer les eaux, puisque leur défécation se fait déjà à 35° C. Le procédé d'Elsässer exige des terrains trop étendus, et le procédé de Müller a les mêmes inconvénients.

Il serait plus logique de faire déposer d'abord les parties solides, puis de traiter les eaux par des réactifs chimiques appropriés et d'employer ensuite soit le procédé d'Elsässer, soit celui de Müller.

Les analyses faites par le Dr Oppermann (*Bernburg*) ont démontré que les eaux de vidange d'une fabrique, traitées par sa méthode, avaient une composition qui différait peu de celle des eaux prises dans un étang ordinaire.

Le système de **Pichler et Sedlacek** (*) (*Vienne*) consiste à ajouter à l'eau les réactifs nécessaires à son épuration (chaux vive, carbonate de soude,

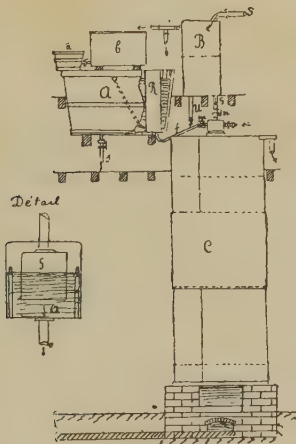


Fig. 244.

perchlorure de fer, etc.), qui ont été déterminés par une analyse préalable, et à la séparer par décantation du dépôt formé. Au lieu de grands bassins, on emploie un seul réservoir C pour la décantation (fig. 244), lequel est un cylindre vertical en tôle. A l'intérieur de ce réservoir se trouvent trois cylindres terminés inférieurement en cônes et placés les uns dans les autres. Chacun de ces cylindres est entouré d'un second, et l'eau descend dans l'intervalle entre ces deux cylindres. Il y a de plus 3 cylindres verticaux ouverts aux deux bouts qui forcent l'eau à remonter, de sorte qu'elle doit parcourir un assez long

(*) O. XXI, p. 429 et 993.

chemin. Tous les dépôts se rassemblent dans la partie inférieure conique et sont évacués par un robinet d'une construction particulière (à 4 voies), placé au point le plus bas de l'appareil. Le dépôt des précipités est facilité par la forme des espaces annulaires qui s'agrandissent successivement, de manière à ralentir notablement le mouvement de l'eau.

Les réactifs chimiques nécessaires à l'épuration se préparent dans les petits vases *a* et *b* et sont mélangés dans le réservoir A.

Le dépôt qui pourrait se former dans cette opération est évacué par le robinet S, et le liquide clair s'écoule par un tube en caoutchouc (dessiné en pointillé sur la figure), fixé à un flotteur dans la partie inférieure d'un régulateur R, et de là il passe par le tuyau *f* dans le cylindre décanteur C.

L'eau qu'il s'agit d'épurer arrive en même temps par le tuyau S dans le réservoir B, et de là s'écoule par le tuyau G dans le réservoir C. La hauteur du niveau de l'eau est réglée par un trop-plein U, de sorte que sa vitesse d'écoulement est constante.

Le régulateur R sert à rendre constant l'écoulement du liquide dans lequel on a dissous les réactifs chimiques.

Quand on veut travailler d'une manière continue, il faut placer deux réservoirs pour le mélange des réactifs chimiques (A), dont l'écoulement constant est réglé par un régulateur commun (*voir* le détail de la figure). On comprend facilement par l'inspection de cette figure comment ce but est atteint au moyen du flotteur S, qui est muni de tourillons et qui, de plus, est guidé dans ses mouvements en sens vertical.

E. Türecke (*) (*à Poln. Neukirch, Silésie*) propose d'épurer les eaux de vidange de la diffusion, de manière à pouvoir les employer de nouveau pour les usages de la fabrication. On fait arriver ces eaux dans de grands vases, on y ajoute de la chaux ou même simplement des écumes de filtre-pressé, et on agite le tout; il se forme un dépôt floconneux qui est séparé du liquide par décantation. Le liquide clair est saturé, après avoir passé le plus souvent par des poches Puvrez; puis il passe encore une fois par des poches Puvrez. Les dépôts qui se forment dans toutes ces opérations peuvent être utilisés comme engrais.

C. Schultze (**) parle de l'installation du procédé d'Elsässer à Querfurt. Elle coûtait environ 3,000 francs par hectare (en y comprenant diverses réparations, l'achat des semences d'herbe, etc.) alors que, d'après Elsässer, elle n'aurait dû coûter que 1,500 francs. (Une installation semblable faite à Siegen ne coûtait, en effet, que 1,500 à 1,600 francs, tous frais compris.)

Le foin récolté sur les prairies a été excellent et très abondant. Il faut attribuer cette forte récolte au fait que le sol, qui a perdu son humidité par le drainage, est devenu beaucoup plus chaud, et de plus à la grande quantité d'engrais appliquée. Il faudrait avoir à sa disposition un hectare de terre par 2 millions de kilogrammes de betteraves travaillées.

Schultze appelle, de plus, l'attention sur le procédé Gerson, qui est peu

(*) Z. 33, p. 771 et N. Z. XI, p. 111.

(**) D. Z. J. VIII, n° 18.

coûteux et qui est recommandé également par les *D^r Müller* (*) (Berlin) et *D^r Märcker*.

J. König (**) a traité la question de l'épuration des eaux de vidange, qui provoquent fréquemment des plaintes par suite de leur odeur désagréable, de leurs effets funestes sur la pisciculture, etc.

Ces inconvénients peuvent être dus à diverses causes :

a) A des substances organiques qui s'y trouvent suspendues en grande quantité ;

b) Au dégagement de gaz produit par la putréfaction ;

c) Au défaut d'oxygène.

Pour épurer ces eaux, on emploie généralement une des méthodes suivantes :

1) On fait passer l'eau par plusieurs bassins, dans lesquels les matières organiques se déposent par décantation. Pour accélérer celle-ci, on ajoute des réactifs chimiques appropriés, généralement du lait de chaux.

2) Une partie de ces eaux est employée à l'irrigation des prairies, soit directement, soit après une épuration préalable.

3) On fait passer l'eau par des gradins ou par diverses couches de matières filtrantes.

On croit parfois qu'il suffit de filtrer les eaux pour les épurer. C'est une erreur, car ce sont justement les substances organiques dissoutes qui sont les plus dangereuses. Le seul moyen efficace, c'est de traiter ces eaux par l'oxygène de l'air. Cela se fait le plus simplement en les employant à l'irrigation des prairies, mais on a rarement à sa disposition les terres nécessaires pour utiliser toutes les eaux de cette façon.

Le passage par des gradins est également très efficace, mais leur installation est trop coûteuse. On a proposé pour ces raisons l'emploi d'un réseau en fils de fer étamés, d'une hauteur de 3 1/2 mètres, replié plusieurs fois, de manière à agrandir le plus possible la surface active.

Des essais pratiques, faits avec une eau composée expressément dans ce but, ont démontré que cette disposition est très efficace.

L'analyse accusait *avant* et *après* l'égouttage par le réseau par litre d'eau analysée :

	Avant.	Après.
Oxygène	3cm3	9cm3
Hydrogène sulfuré.	20,4 mg.	0,9 mg.
Acide sulfurique.	48,6 mg.	72,0 mg.

On voit que l'action du réseau est très efficace.

Il faut cependant avoir soin de soumettre des eaux très riches en substances organiques à une épuration préalable par des bassins ou bien par une couche de matière filtrante. La hauteur du réseau dépend de la qualité de l'eau qu'il s'agit d'épurer ; quand cette eau contient 20 mg. d'hydrogène sulfuré par litre, une hauteur de 4 à 5 mètres suffit. La largeur du réseau varie selon la quantité

(*) D. Z. J. VIII, n° 15.

(**) N. Z. 10, p. 150.

d'eau à épurer; un réseau de 0^m,50 de largeur suffit pour l'épuration de 6 à 7 litres d'eau par minute.

J. Weig (*) (*Dortmund*) s'est fait breveter pour un système d'épuration des eaux qui est surtout utile pour celles qui sont fortement acides. On établit deux étangs, dont le fond est couvert de matières filtrantes. En dessous du premier étang se trouvent plusieurs canaux recouverts d'une grille en bois. Cette grille est recouverte de scories, puis de gravier, et enfin la couche supérieure est du sable. Tous ces matériaux sont disposés de façon que la distribution d'eau à travers la couche filtrante se fasse uniformément.

Le deuxième étang se trouve à un niveau inférieur. Son fond est couvert des mêmes matières filtrantes que le premier étang; seulement la couche supérieure est composée de petits morceaux de brique imprégnés de chaux. Au lieu de canaux et de grille, il s'y trouve des tuyaux de drainage entourés d'une couche de scories.

L'eau qui doit être soumise à l'épuration passe d'abord sur un gradin composé de broussailles. Mais comme on ne dispose pas généralement d'une grande chute d'eau, Weig préfère faire arriver l'eau directement dans une rigole en bois (fig. 245, à gauche), qui se trouve placée sur une des digues entourant le premier étang. De là elle sort par des moulinets (fig. 245, à droite) dans l'étang. Ces moulinets ont pour but de favoriser le contact intime de l'eau avec l'air et



Fig. 245.



Fig. 246.

d'oxyder ainsi les substances chimiques nuisibles qui se trouvent dans l'eau et qui la rendent acide.

La quantité de ces moulinets et la grandeur de leurs ouvertures dépendent de la qualité de l'eau; on fait celles-ci d'autant plus petites que l'eau exige plus d'air pour son épuration. Pour augmenter la durée du contact de l'eau avec l'air, on a disposé au-dessus des grilles du premier étang dans la couche de scories des canaux (fig. 246) qui amènent l'air et qui sont construits de manière que l'air puisse sortir librement, sans que l'eau puisse jamais y pénétrer. (On voit également dans la figure 245 la forme de la grille en bois. La direction, dans laquelle l'air est amené par le ventilateur, est indiquée par des flèches.)

Après s'être épurée au contact des matières filtrantes, l'eau s'égoutte dans des canaux qui se trouvent en dessous du premier étang, et passe ensuite dans le deuxième étang, où l'épuration s'achève; de là l'eau s'écoule tout à fait pure. Au niveau le plus élevé de l'eau, le mur qui sépare les deux étangs présente plusieurs fentes qui permettent le déversement de l'eau lorsqu'elle arriverait avec trop de violence.

(*) Z. XI, p. 75.

Les couches filtrantes sont nettoyées au moyen de divers tuyaux alimentés par un tuyau d'eau qui se trouve en dessous de la rigole en bois (fig. 245).

Cramer (*) a modifié les anciens filtres à sable. Il dispose à 3 ou 4 centimètres en dessous de la surface de ces filtres des tuyaux de section triangulaire, dont les parois sont perforées. Ils ont une longueur de 0^m,60 et sont construits en argile cuite (ou en fonte), et les ouvertures sont disposées de telle manière que le sable ne peut entrer à l'intérieur des tuyaux.

Farquhar et **Oldham** recommandent l'ancien filtre de Farquhar (**) qu'ils ont modifié récemment (***).

H. Priou (†) parle aussi de la nécessité d'épurer les eaux de vidange des féculeries, sucreries, papeteries, et d'en retirer en même temps les principes fertilisants.

Un procédé recommandable sous ce rapport est celui de **Béranger** et **Stingl**, appliqué à la féculerie Hardelay au Tremblage (Seine-et-Marne). Dans ce procédé, la précipitation des substances insolubles contenues dans les eaux se fait au moyen d'un sel de fer au maximum (sulfate et chlorure surtout) et d'eau de chaux.

Voici la manière d'opérer :

L'eau impure est d'abord traitée par le perchlorure de fer, puis introduite dans un mélangeur et additionnée de lait de chaux employé en quantité suffisante pour précipiter tout le fer à l'état de peroxyde et laisser à l'eau une légère alcalinité. Le précipité de peroxyde de fer entraîne avec lui la plus grande partie des matières organiques solubles et la totalité des substances tenues mécaniquement en suspension dans le liquide. Du mélangeur, le liquide trouble passe dans un ingénieux appareil de décantation où s'opère d'une façon complète la séparation des boues. Les tourteaux obtenus présentent la teneur suivante en engrais fertilisants :

Azote.	8 ^{gr} ,32	par 100 kilog.
Acide phosphorique	8 ^{gr} ,18	—
Potasse	3 ^{gr} ,13	—

Un moyen plus simple consiste à faire couler les eaux dans des rigoles sur les terrains avoisinant l'usine. Les eaux se dépouillent de leurs éléments putrides et fertilisants et peuvent ensuite s'écouler dans les cours d'eau voisins sans inconvénients sensibles.

On peut cultiver sur ces terres toutes les plantes potagères ; les pommes de terre seules n'y réussissent pas.

Si l'usine manque d'espace ou si le sol est essentiellement sableux, au lieu d'abandonner les eaux à la fermentation dans des fosses de décantation, il suffit de recourir au drainage ; par ce moyen, on conduit l'eau où l'on veut, on pré-

(*) O. 21, p. 993. Voir encore d'autres systèmes d'épuration, O. 18, p. 556 et O. 19, p. 514.

(**) J. d. F. S. 23, n^o 40 et 41.

(***) Z. 33, p. 731.

(†) B. A. d. c. I, p. 38.

serve les nappes d'eau souterraines et les propriétés voisines; il permet d'oxyder sans dépense les matières organiques dissoutes et de les préserver de la fermentation putride.

Le point essentiel est de diviser l'eau le plus possible, car si l'eau est absorbée par les terres avant l'oxydation des matières organiques, on obtient simplement la filtration des eaux, et l'oxydation ne se faisant plus sous terre, le sol répand une odeur infecte; c'est le cas qui se présente surtout avec les puits perdus.

B. MACHINES ET APPAREILS DIVERS.

On recommande (*) le moteur à vapeur de *Hoffmeister*, qui a l'avantage de n'occuper que peu de place et de pouvoir être déplacé facilement.

Nous croyons que son prix élevé (4,300 fr. pour une force de 6 chevaux) empêchera son emploi dans les sucreries.

Quand une pompe aspirante et foulante commence à aspirer l'eau, celle-ci soulève brusquement la soupape, et il se produit des secousses semblables à celles que l'on observe dans le bélier hydraulique. Comme la soupape se soulève trop haut, une partie de l'eau retourne dans la conduite, et le cylindre ne peut se remplir entièrement. Un phénomène analogue a lieu dans les pulsomètres.

L'introduction de l'air dans ces appareils, loin de nuire, est, au contraire, avantageux en ce sens qu'elle amortit le choc de l'eau, mais elle a d'autres inconvénients, tels qu'une consommation de vapeur plus forte et le manque de sûreté dans la marche de l'appareil.

Richard Vogel (**) (*Bochum*) évite ces inconvénients en remplaçant l'introduction de l'air dans le pulsomètre par une pression hydraulique (fig. 247 à 250).

La figure 247 représente à gauche une disposition de ce genre, qui est reproduite à une échelle plus grande dans la figure 250 à gauche.

La soupape d'aspiration se trouve dans une chambre spéciale qui communique avec la chambre du pulsomètre par les ouvertures *ff*.

En dessous de la soupape *d* se trouve un corps *a* qui a la forme d'une calotte renversée et qui est percée de quelques petites ouvertures *pp* à sa partie supérieure. L'entrée de l'eau, au commencement de l'aspiration, se fait ainsi seulement par les ouvertures *pp* et par le petit espace qui entoure le corps *a*, et une secousse ne pourra avoir lieu. De plus, comme les ouvertures *ff* sont plus petites que l'ouverture laissée libre, alors que la soupape *d* est entièrement ouverte, il s'établit une certaine pression dans l'eau, et finalement, la soupape *d* se maintiendra d'elle-même à une certaine hauteur. Toutes les secousses et la rentrée de l'eau dans la conduite sont ainsi supprimées. (*c* est un anneau en caoutchouc pour rendre étanche la fermeture de la soupape pendant le refoulement.)

Une autre disposition est celle adoptée dans la chambre du pulsomètre dessinée à droite. La soupape *y* est remplacée par un simple clapet. Aussitôt que l'ouverture d'entrée est, par l'élévation du clapet, devenue plus grande que celle des ouvertures *ff*, il se forme une contre-pression qui maintient le clapet à une hauteur déterminée. Mais il y a à craindre dans ces dispositions que l'eau aspirée

(*) Z. 33, p. 779.

(**) N. Z. X, p. 57.

en grande quantité ne produise un choc sur les soupapes de distribution de la vapeur et compromette ainsi la marche régulière de l'appareil. Pour éviter cet inconvénient, on a donné à ces soupapes une forme particulière, représentée figure 247 et figures 248 et 249 sur une échelle plus grande.

Chaque soupape *l* est formée d'un cylindre coupé de deux côtés par des plans inclinés ; de plus, les deux soupapes sont réunies par un petit balancier *m*. L'eau, en montant, ne rencontre donc que la surface conique des deux soupapes *l* et ne peut exercer aucun choc sensible.

Signalons encore le robinet *w*, qui sert à introduire de l'air au-dessus des soupapes de distribution, pour empêcher la rentrée de l'eau au-dessus d'elles par la soupape ouverte, ce qui pourrait endommager l'appareil. L'entrée de la vapeur dans le pulsomètre est réglée par le même robinet *W* et un levier *O* auquel se trouve suspendu d'un côté un flotteur à eau *r* et de l'autre côté un contre-poids.

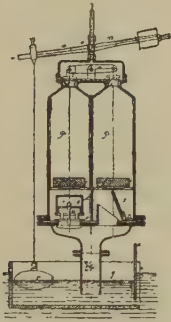


Fig. 247.



Fig. 249.

Fig. 250.

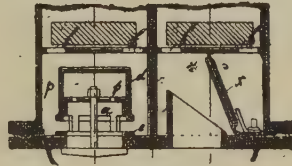


Fig. 248.

Vogel a transformé, en outre, le pulsomètre en pompe alimentaire automatique. A cet effet, il fait plonger le tuyau de vapeur du pulsomètre jusqu'au niveau de l'eau de la chaudière (en le découpant obliquement à sa partie inférieure). Aussitôt que ce niveau descend, la vapeur entrera dans le pulsomètre et le mettra en marche.

L. Poillon (*) (*Paris*) publie un rapport intéressant sur le rendement d'une pompe Greindl employée comme pompe de compression.

Pompe Greindl.

La pompe Greindl (**), dont nous donnons ici le dessin (fig. 251 et 252), se compose de deux rouleaux cylindriques tangents se mouvant dans une caisse de forme convenable.

L'un des rouleaux porte deux palettes et l'autre une encoche destinée à permettre le passage de celles-ci. Le rouleau à palettes tourne dans un sens

(*) B. A. d. C. I, p. 47.

(**) D'après une description de L. Poillon, ingénieur (Paris).

commande est calée sur l'axe du rouleau à encoche ; l'entraînement du rouleau à palettes à une vitesse moitié moindre est produit par des engrenages à doubles chevrons et alternés, ce qui permet au système de fonctionner sans bruits ni chocs.

Lorsque le passage de l'échancrure interrompt le contact entre les circonférences des rouleaux, il y a contact tangentiel entre la surface cylindrique extérieure d'une palette et le fond de l'échancrure également cylindrique. La séparation entre la chambre d'aspiration et la chambre de refoulement est donc toujours complète.

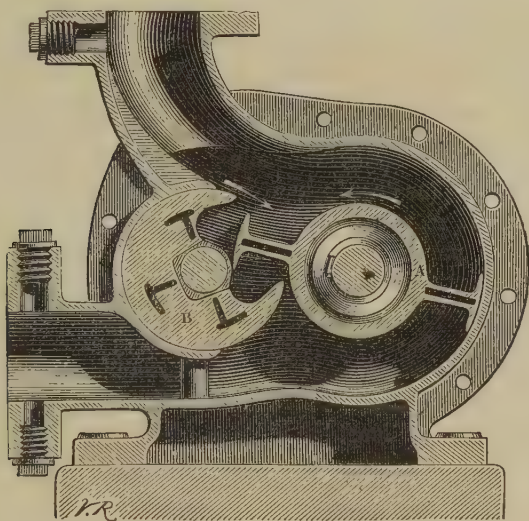


Fig. 252.

L'arête du bord de la palette ne suit pas d'ailleurs exactement le bord épicycloïdal de l'échancrure pendant tout le temps où elle est engagée dans cette échancrure ; il y a, au contraire, un jeu assez grand pour que l'usure des engrenages qui produit un décalage relatif des deux rouleaux puisse se produire sans accident et sans grave inconvénient.

En chaque point, les sections sont combinées de telle sorte qu'une molécule d'eau traversant la pompe y conserve une vitesse sensiblement constante. A cet effet, on a ménagé dans les couvercles de la boîte cylindrique des poches latérales qui fournissent des issues supplémentaires, au moment où les sections d'afflux ou d'échappement offertes à l'eau entre les organes en mouvement tendent à décroître et produiraient, sans ces poches latérales, une accélération nuisible des filets liquides.

Le fait de la continuité du mouvement de rotation entraîne la continuité du mouvement des filets liquides, c'est-à-dire la suppression des mouvements intermittents. Comme conséquence, la pompe peut marcher à de grandes ou de petites vitesses, c'est-à-dire débiter beaucoup d'eau ou peu d'eau par unité

de temps, et dépenser plus ou moins de travail, sans que le *rendement* change dans de trop grandes proportions.

C'est là une propriété précieuse qui donne à la pompe Greindl une très grande élasticité de puissance et de débit. Ajoutons que la force centrifuge ne jouant aucun rôle dans le fonctionnement de l'appareil, il aspire ou refoule les gaz aussi bien que les liquides ; on peut donc comprimer les gaz à 6 atmosphères ou faire un vide de 60 centimètres de mercure ou aspirer jusqu'à 8 mètres de hauteur.

Enfin la pompe Greindl est *reversible*, c'est-à-dire qu'elle constitue un excellent moteur hydraulique rotatif et produit aussi bien du travail lorsqu'elle dépense de l'eau sous pression qu'elle élève de l'eau à une certaine hauteur lorsqu'on lui fournit de la force motrice.

Les types établis, au nombre de quinze, sont calculés pour élever, jusqu'à 25 mètres de hauteur, de 50 à 20,000 litres d'eau par minute.

Pour des hauteurs qui dépassent sensiblement 25 mètres, on construit des machines de dimensions analogues, mais renforcées de manière à donner à toutes les pièces une résistance mécanique appropriée à l'augmentation de travail résultant de la plus grande hauteur de refoulement.

Pour les pompes à gaz, on emploie les mêmes types mus à une vitesse à peu près double et, par conséquent, avec un débit à peu près double. Ainsi, par exemple, pour comprimer 2,000 litres de gaz par minute, on prendra le type de 1,000 litres d'eau en le faisant tourner environ deux fois plus vite et ainsi de suite.

La pompe Greindl peut trouver de nombreuses applications(*) dans les sucreries, comme pompe à eau pour les machines motrices à condensation, comme pompe à air pour l'évaporation et la cuite, comme pompe à gaz carbonique, etc.

ÉLÉVATEUR THIÉRY.

Nous avons vu fonctionner dernièrement à Paris un élévateur d'une construction originale et qui paraît donner de très bons résultats.

Les pompes qui servent ordinairement à l'élévation de l'eau présentent, cela est connu de tous, beaucoup d'inconvénients.

Les pistons, clapets, disques de pompes centrifuges, obturateurs, etc., etc., ont bien de la peine à fonctionner d'une manière satisfaisante. Le moindre gravier introduit entre un clapet et son siège, ou n'importe quelle autre introduction d'air, voici la pompe qui ne fonctionne plus ; d'où arrêt du travail, chômages, réparations coûteuses.

L'appareil Thiéry n'a ni clapets, ni pistons, ni disques ; rien qui arrête le libre courant de l'eau élevée, entraînant avec elle sables, graviers, enfin tout ce qui peut se rencontrer dans les eaux d'un fleuve, d'un réservoir, d'un égout. Il paraît qu'on y a fait passer sans inconvénient même des bottes de paille entières.

Voici la description de cet appareil, représenté par la figure 253.

Dans une bêche flotte, maintenue par un axe, une vis d'Archimède hori-

(*) J., d. F. S. 24, n° 24.

zontale à noyau creux ; les terminus des pas de vis se rendent dans un collecteur central, surmonté d'un tuyau vertical dans lequel l'eau aspirée dans la

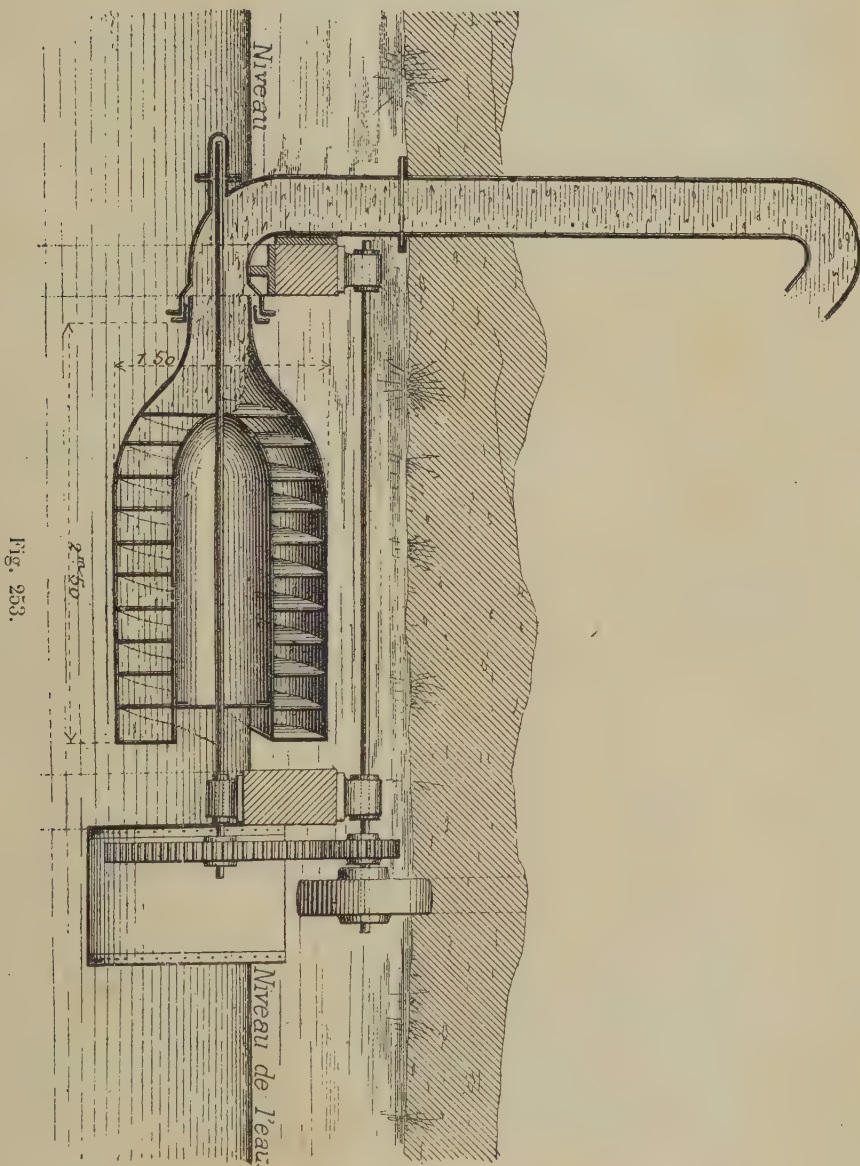


Fig. 253.

bâche se trouve projetée par le mouvement de rotation imprimée par une locomobile.

Un fait curieux observé, c'est que l'introduction de l'air, loin de nuire à la bonne marche de l'appareil, est, au contraire, indispensable à son fonctionne-

ment. Ainsi, si la vis d'Archimède est entièrement couverte d'eau, l'élévation de l'eau s'arrête faute d'air.

Il est évident que l'appareil ne peut servir qu'à élever l'eau à de faibles hauteurs, et qu'il est avantageux de ne laisser faire à la machine qu'un petit nombre de tours. Dans ces conditions, l'effet utile de l'élévateur Thiéry peut dépasser 90 p. c. de l'effet théorique, alors que l'effet utile de la plupart des autres pompes n'est que de 50 p. c.

Ces résultats ont été confirmés par les essais de M. Couronne, inspecteur des machines, attaché à la direction des travaux à Paris.

Les dimensions de l'appareil étaient :

Diamètre extérieur du tambour	1 ^m ,40
Longueur cylindrique	2 ^m ,00
Longueur conique	0 ^m ,50

La hauteur d'élévation de l'eau était de 3^m,50.

Le débit a été mesuré par une vanne dont le coefficient de contraction a été fixé à 0,700.

La locomobile a été essayée au frein ; elle donnait 6 chevaux à 140 tours.

Voici les résultats obtenus :

FORCE DÉVELOPPÉE PAR LE MOTEUR Chevaux-Vapeur	NOMBRE DE TOURS	DÉBIT AU RÉSERVOIR (s = 0 ^m ,700 × 0 ^m ,100)	TRAVAIL UTILE h = 3 ^m ,50	RENDEMENT
		Litres.		
4,28	100	83,20	3,88	90 %
5,14	120	93,03	4,29	83 %
6,00	140	105,25	4,92	82 %
6,85	160	114,66	5,35	78 %
7,71	180	120,54	5,62	73 %

Nous avons déjà parlé de plusieurs systèmes proposés pour sécher des substances quelconques. (Voir chapitre II, K, et chapitre V, A.) Mentionnons ici encore l'appareil breveté de **E. Theisen** (*) (*Lindenau-Leipzig*), qui est destiné à sécher des substances quelconques au moyen d'un courant d'air chaud. Pendant le séchage, ces substances sont transportées d'une manière continue par une hélice et des palettes. Pour les détails, nous renvoyons à l'article original.

Dans beaucoup de fabriques, l'eau de condensation est élevée par une pompe sur des gradins pour s'y refroidir. Une partie de cette eau pourrait être

(*) N. Z. XI, p. 145.

employée, d'après **Grasshoff** (*) (*Berlin*), à élever une charge quelconque.

L'application pratique de ce principe n'offre cependant rien de bien original. Une corde passe par deux poulies et porte, d'un côté, une cage dans laquelle on introduit l'objet qu'il s'agit de soulever et, de l'autre côté, un réservoir qui se remplit d'eau quand on veut le faire descendre et que l'on fait évacuer quand on veut remonter.

C. QUESTIONS DE CONSTRUCTION ET DE MÉCANIQUE.

Decauville (**) (*Petit-Bourg, France*) construit depuis un certain nombre d'années un chemin de fer portatif qu'il appelle porteur Decauville.

Nous supposons connue la construction de ce porteur et nous ne parlerons que de quelques perfectionnements apportés dans ces derniers temps à sa construction.

La traverse en fer plat, qui se faussait quelquefois, a été remplacée par une traverse emboutie en acier qui possède toute la résistance des fers en T et en U, sans en avoir les inconvénients.

Le rivetage des voies a été également amélioré en employant des machines à river plus puissantes, de sorte que maintenant les voies portatives rivées avec des rivets cylindriques en acier, ne font réellement qu'une seule pièce avec leurs traverses.

Quant aux wagonnets, il faut signaler un perfectionnement important apporté aux wagons à bascule, pour faciliter le déchargement des terres. Ce perfectionnement consiste dans une sorte de glissière double qui fait avancer la caisse pendant son mouvement de bascule.

Decauville a supprimé toutes les cisailles et poinçonneuses qui travaillaient très économiquement, mais en détériorant souvent le métal. Aujourd'hui tous les fers U servant de longerons sont sciés à froid, puis percés au moyen de forets. Après ces opérations exécutées soigneusement, les châssis sont rivés mécaniquement.

Béliard (***) fait construire par la Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis des voies portatives d'un genre semblable. Nous y remarquons surtout que les éclisses en fer laminé sont remplacées par des éclisses en tôle d'acier emboutie qui sont beaucoup plus résistantes, puisqu'elles sont moins affaiblies par les trous des rivets que les premières.

Les traverses ont toujours la forme , soit qu'elles débordent les rails pour donner plus de stabilité, soit qu'elles affleurent pour faciliter l'arrivage et le transport.

Dans ce dernier cas, elles sont en acier, restent plates aux deux extrémités sur lesquelles se rivent les rails, et ne sont embouties qu'entre les rails.

Béliard construit avec ces voies des wagons avec caisses sans porte, repo-

(*) N. Z. X, p. 226.

(**) J. d. F. S. 24, n° 45 et 25, n° 13.

(***) J. d. F. S. 24, n° 47.

sant sur des arcs de cercle et munies de crochets tenant l'équilibre ; ces wagons basculent très facilement et ont l'avantage de vider loin de la voie. Ces caisses de grande contenance peuvent convenir pour amener les betteraves aux laveurs et pour beaucoup d'autres usages.

D'après **G. Berg** (*), les frais d'établissement du chemin de fer Decauville à Kupovar (Hongrie) ont coûté fr. 8-50 par mètre courant. Celui de *I. Friedländer* (Vienne) ne coûterait, au contraire, que 2 à 3 francs et est très léger (les rails ne pèsent que 2 1/2 kilogrammes et peuvent porter un poids de 4,000 kilogrammes).

Dans une société des ingénieurs du Wurtemberg (**), on a discuté la question de savoir s'il y a avantage à construire des cheminées en briques creuses. — *M. von Hänel* affirme qu'il n'y a pas d'avantage, mais, au contraire, un danger à cet emploi, d'abord parce qu'on diminue ainsi le poids de la cheminée, duquel dépend sa résistance contre la poussée du vent, et puis, à cause de la diminution de la section réelle à sa base. — L'introduction du mortier cimenté dans les espaces creux des briques ne supprime pas cet inconvénient et est fort coûteuse.

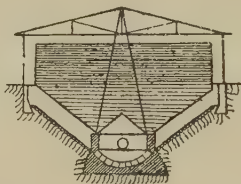


Fig. 254.

La construction et l'installation de grands réservoirs à eau offrent beaucoup de difficultés. On donne généralement au fond de ces réservoirs la forme d'une demi-sphère, qui s'appuie par un fort anneau en fer sur un mur circulaire d'une construction très solide.

O. Intze (***) (*à Aachen*) a modifié cette construction, en donnant au fond du réservoir une forme tronconique (fig. 254) ; il n'y a qu'un petit mur circulaire à la place où le cône se termine inférieurement. La partie du fond qui se trouve à l'intérieur de ce mur peut avoir la forme d'un cône ou d'une culotte. Le mur circulaire est disposé à une telle place que les tractions du réservoir à l'intérieur et à l'extérieur se compensent, et qu'il n'y a qu'une compression en

(*) O. 21, p. 547.

(**) O. XXI, p. 693.

(***) O. XXI, p. 777.

sens vertical ; on peut ainsi construire ce petit mur de dimensions assez faibles. Celui qui entoure le réservoir n'est pas en communication avec le petit mur qui le porte, de sorte que des tassements dans le sol, etc., ne peuvent avoir aucun effet nuisible.

Wilkinson (*) a donné, dans son ouvrage : *Sur l'économie de la vapeur*, des règles pratiques pour calculer la force que peut transmettre une courroie. Malheureusement les Anglais ont conservé avec une persévérance digne d'une meilleure cause leurs anciennes mesures, dont personne ne se sert plus. Nous avons cru utile, par suite, de ne pas reproduire ces règles, mais d'en déduire une formule pratique, basée sur les mesures employées dans tout le reste de l'Europe.

Si nous appelons :

- c — la force à transmettre en chevaux-vapeur ;
- l — la largeur de la courroie en mètres ;
- m — la vitesse de la courroie par minute en mètres,

Nous aurons les formules suivantes :

a/ Pour les courroies simples :

$$c = 0,72 \text{ lm} ;$$

b/ Pour les courroies doubles :

$$c = 0,258 \text{ lm}.$$

Th. Jünemann (**) indique un moyen simple, inventé par Fournier, pour découvrir les fuites de gaz. À cet effet, on intercale dans la conduite de gaz un indicateur. Celui-ci se compose d'un robinet à 3 voies et d'un tube recourbé en U qui peut servir de manomètre différentiel et dans lequel se trouve de l'eau colorée. Ce tube communique par une de ses branches avec le robinet à 3 voies, et par l'autre avec la conduite. Au moyen du robinet, on peut ou bien fermer complètement la conduite, ou bien ouvrir le passage dans la conduite et dans les deux branches du manomètre (de sorte que le niveau de l'eau sera le même dans ces deux branches), ou bien fermer l'entrée de la conduite, mais laisser ouverte l'entrée dans le manomètre. — Dans le dernier cas, l'une des branches du manomètre communique avec la conduite du gaz, l'autre seulement avec la partie fermée de la conduite. — La différence de niveau indiquera donc s'il y a une fuite. — On peut mélanger au gaz de l'ammoniaque que l'on introduit à une place quelconque de la conduite, et on ouvre celle-ci de nouveau. Il est facile alors de trouver la place où la fuite se produit, soit par l'odeur, soit en approchant de l'acide chlorhydrique, qui forme des fumées blanches, soit au moyen du papier de tournesol. L'introduction de l'ammoniaque se fait, en intercalant dans la conduite un tuyau qui contient de la pierre ponce imbibée d'ammoniaque.

Le moyen indiqué remplacera avantageusement l'usage, malheureusement trop répandu, de rechercher les fuites de gaz à l'aide de lampes ouvertes.

(*) N. Z. X, p. 258.

(**) O. XXI, p. 830.

Il arrive souvent que les tuyaux à eau construits en fonte se fendent par suite des gelées. *Powell, Rigby et C^{ie}* (*) (New York) ont trouvé un moyen bien simple pour éviter ces accidents. Ils donnent aux tuyaux une section elliptique, au lieu de la section circulaire habituelle. A mesure que la gelée agira sur ces tuyaux, leur section se rapprochera peu à peu de la section circulaire ; quand ils ont pris cette dernière forme, il faut les remplacer.

Nous parlerons plus loin de l'application de diverses matières isolantes sur les tuyaux à vapeur, pour empêcher les pertes de chaleur par rayonnement. (Voir le chapitre D.) Un moyen très simple et efficace est d'entourer les tuyaux d'une couche d'air stationnaire de la manière que cela est représenté dans la figure 253. Le tuyau à vapeur y est placé concentriquement dans un tuyau de plus grand diamètre et l'intervalle est maintenu par des anneaux métalliques.

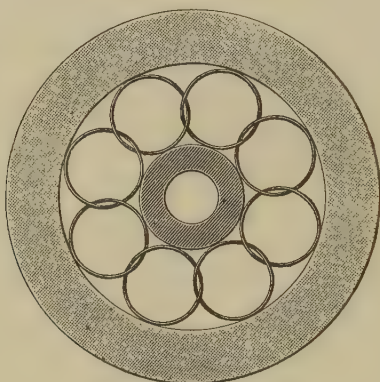


Fig. 255.

Th. Jünemann (**) trouve que tous les moyens employés jusqu'ici pour imprégner le bois sont inefficaces. Même quand on emploie dans ce but successivement deux substances qui forment entre elles une combinaison insoluble dans l'eau, le bois se détruit au bout de peu de temps ; car cette combinaison insoluble se forme seulement à la surface du bois et empêche par l'obstruction de tous les pores qu'elle se produise également à l'intérieur.

Jünemann propose le procédé suivant, qui, d'après lui, conserve le bois indéfiniment. Le bois est introduit dans un réservoir fermé en tôle de 12 millimètres d'épaisseur (longueur du réservoir 25 mètres, largeur 2 mètres). On fait le vide par une pompe à air, puis on introduit au moyen d'une pompe de compression une solution de 1 partie de savon mou (préparé par de la résine et de l'huile de baleine, ou par de l'huile de chanvre et de la potasse) dans 20 parties d'eau. Puis, après 15 minutes, on imprègne le bois d'une solution de 1 partie de sulfate d'alumine dans 20 parties d'eau. Toute l'opération dure 18 jours. On achève en faisant sécher le bois à l'air pendant plusieurs jours. — Comme le savon possède beaucoup d'affinité pour les fibres du bois, et que celle-ci persiste malgré la formation d'un savon d'alumine insoluble, il est facile à com-

(*) N. Z. X, p. 17.

(**) O. XXI, p. 831.

prendre que le bois doit résister à toutes les influences de l'air et de l'eau. — Par le feu, ce bois pourrait bien se carboniser, mais ne pourrait jamais s'enflammer.

D. MATÉRIAUX DIVERS.

R. J. Eberts et J. L. Lee (*) (*New York*) ont pris un brevet pour la confection d'une matière isolante destinée à envelopper les tuyaux à vapeur, etc. Ils emploient dans ce but du tan épuisé, des déchets de liège, de la sciure de bois, etc., en morceaux dont le volume ne dépasse pas 8 centimètres cubes. Ces substances sont séchées dans un four ou par un autre moyen, puis jetées dans un mélange, en parties égales, de goudron chaud et d'asphalte fondu. On agite le tout à chaud, et on ajoute avant le refroidissement du plâtre en poudre en quantité suffisante pour que les particules de tan puissent se désagréger facilement. La masse formée est mise en tonneaux, si elle n'est pas employée immédiatement. Pour en faire usage, on fait une bouillie à l'eau avec du ciment, du sable pur quartzéux et du plâtre pulvérisé finement, le tout en parties égales, et on y ajoute la masse formée précédemment en quantité égale à celle du mélange. La substance isolante doit être employée pendant qu'elle est encore humide.

S'il s'agit d'en entourer, par exemple, un tuyau à vapeur, on place celui-ci dans une caisse en bois dont les parois sont partout à une distance de 5 à 10 centimètres du tuyau. Cet intervalle est bourré avec la masse isolante qui devient peu à peu ferme par suite de l'évaporation de l'eau à l'air ou par suite du réchauffement.

Quand le tuyau est sujet à de fortes extensions causées par la température, il faut l'entourer d'abord de papier ou de feutre, puis de la masse isolante. On laisse dans cette dernière de petits trous (que l'on bouche plus tard), par lesquels on met le feu au papier qui se trouve à l'intérieur. Si l'on veut donner à la masse isolante plus d'élasticité, il faut y mélanger des poils ou des fibres végétales solides et longues, mais pas en grande quantité.

On peut former aussi avec cette masse des blocs ou de grandes plaques que l'on comprime sous une presse hydraulique, et qui servent au pavage de caves ou d'autres places.

E. J. Erichsen (*) (*Copenhague*) donne une bonne formule pour préparer un enduit silicaté qui sert à recouvrir les chaudières à vapeur et les tuyaux métalliques exposés à la chaleur, de manière à les préserver contre l'oxydation. Voici cette formule :

Silicate de soude, 25 à 30° B.	50 parties.
Amiante pulvérisée.	20 —
Oxydes métalliques	10 à 20 —
Gypse de chaux et autres combinaisons.	30 à 60 —

La nature de ces dernières varie avec la destination de l'objet. On emploie tantôt des sels de zinc, de plomb, de fer ou d'autres métaux, les oxydes correspondants, etc.

Voici la manière d'appliquer cet enduit :

(*) Z. XI, p. 65.

(**) S. B. 11, p. 436.

Les surfaces métalliques qui doivent recevoir l'émail sont préalablement nettoyées avec soin, puis enduites et recouvertes d'une solution étendue de l'enduit silicaté. La consistance du mélange varie entre celle des couleurs à l'huile et celle des goudrons. On chauffe la surface ainsi préparée à l'aide d'un brûleur de Bunsen ou d'un chalumeau. L'enduit acquiert alors une telle dureté qu'il résiste aux plus hautes températures et à l'action des agents atmosphériques et protège les surfaces enduites contre toute oxydation. Cet émail a en outre l'avantage de ne point se fendiller sous l'action des chaleurs les plus fortes ou du froid.

Le **D^r C. Grünzweig** (*) (à *Ludwigshafen*) fabrique une masse isolante du même genre.

L'élément essentiel de sa composition est le liège, et c'est à cette matière qu'elle doit ses propriétés isolantes. Son poids spécifique est de 0,2 à 0,3. La substance ne change de forme ni à l'état sec ni à l'état humide, ne se combine à aucun métal et protège les métaux contre la rouille.

L'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur a fait, sous la direction de M. Walther-Meunier, des essais qui avaient pour but de déterminer la quantité de vapeur condensée par heure et par mètre carré de surface d'un tuyau à vapeur soit nu, soit recouvert d'une couche isolante.

Les tuyaux nus ont condensé dans ces conditions :

Un tuyau en fer.	3,91 kilog.
— fonte	3,48 —
— cuivre.	2,82 —

On voit de là que les tuyaux en cuivre condensent moins de vapeur que ceux en fer ; ils peuvent donc se passer plus facilement d'une couche isolante. Il résulte en outre de ces essais qu'il n'est pas avantageux d'employer des tuyaux en cuivre comme tuyaux de chauffage.

Comparons à présent les tuyaux (en fonte) recouverts d'une couche isolante de l'une ou l'autre nature en nous basant également sur la quantité de vapeur condensée par mètre carré de surface et par heure.

DÉSIGNATION DE LA MASSE ISOLANTE	ÉPAISSEUR DE LA COUCHE ISOLANTE	VAPEUR CONDENSÉE PAR M ² ET PAR HEURE
Composition Grünzweig et Hartmann . .	20 mill.	0,32
Feutre sans tissu	35 »	0,54
Comp. Kieselguhr	15 »	0,66
Id. Von Reiche.	45 »	0,85
Id. Gay (sans lisières, avec toile). .	24 »	0,93
Id. Leroy	45 »	0,90
Feutre avec armature métallique . .	50 »	1,00
Composition Pollock	50 »	1,08
Feutre avec armature métallique et toile imperméable.	50 »	1,33
Tuyau en fonte nu	— —	3,48

(*) O. XXI, p. 502.

La matière isolante de Grünzweig coûte 6 francs par mètre carré de surface, et économise par heure 3^k,16 de vapeur. Cette masse est vendue non seulement en poudre, mais encore montée sous la forme de segments qui sont façonnés d'après toutes les dimensions des tuyaux et dont la longueur varie de 1/2 à 1 mètre ; c'est une forme très commode. Grünzweig prépare aussi cette masse isolante en blocs qui peuvent servir à la construction de murs légers et isolants, pour les caves, les planchers, les toits, etc.

S. Lehner (*) donne 3 recettes pour composer des mastics à l'huile qui peuvent être employés pour les tuyaux à vapeur, savoir :

- a) Graphite 12, sulfate de baryte 16, chaux éteinte 6, huile lin cuite 6 ;
- b) Litharge 25, chaux éteinte à l'air 10, sable quartzueux 10. Ces trois substances sont mélangées avec de l'huile de lin chaude et triturées rapidement dans un mortier chauffé. Le mastic se place à chaud, et pour le rendre plus étanche, on le bat quand il commence à se solidifier.
- c) Graphite 60, poudre de chaux 50, sulfate de baryte lavé 60, huile de lin 35.

On mélange à chaud en agitant, et on place le mastic également à chaud.

FLUIDINE ET GRAISSE ANTIFRICTION.

Kamenski (**) (Russie) proteste contre les agissements des commerçants étrangers qui, traitant les fabricants russes en sauvages dépourvus d'instruction, essaient de leur vendre des préparations sans valeur, sous prétexte de progrès dans l'industrie et d'économie dans les dépenses. Ils donnent à ces préparations des noms pompeux, tels que : Antiptérine. Lapidolite, Fluidine, etc. — Ainsi M. Guibal vend deux de ces préparations, dont l'une sert à empêcher l'usure des robinets et le passage des vapeurs par ceux-ci ; l'autre est recommandée comme étoupe demi-métallique dans les graisseurs. La première composition est un mélange de graphite avec les résidus, l'huile de pétrole ; la deuxième a une composition identique, seulement on y a ajouté du plomb en petits morceaux et de vieux bouchons en liège finement divisés.

Ces deux préparations n'ont aucune valeur pour l'industrie, et en tout cas sont vendues beaucoup trop cher.

Il n'y a aucune graisse qui puisse empêcher le passage des vapeurs par les robinets.

Pour atteindre ce but, il faut :

- a) Que le boisseau et le corps du robinet soient de métal approprié, mais le premier d'un métal moins dur que le dernier ;
- b) Que le boisseau ait une forme conique convenable (l'inclinaison du cône doit être égale à 1/9 ou 1/10 de sa longueur).
- c) Que le robinet soit rodé aussi soigneusement que possible. Dans ce but, il ne faut employer ni du sable ni du verre pulvérisé, mais de la poussière des pierres à aiguiser, qui a été bien lavée, séchée, broyée et tamisée.

(*) Industrie-Blätter, 1883, p. 149.

(**) Sap. de Kieff, 1883, p. 139.

Il faut graisser le robinet avec de l'huile minérale à laquelle on peut mêler un peu de graphite.

Les meilleures étoupes pour les graisseurs sont les étoupes en lin tressé, imbibées de suif.

Bunge (*) rapporte que la composition des produits susmentionnés est, d'après les analyses du laboratoire de Kieff :

- a) *Graisse antifriction* 50 % d'hydrocarbures (solubles dans l'éther) ;
45 % de graphite ;
5 % de sels divers de Fe. Al. Ca. ;
- b) *Pâte antifriction* 12 % d'hydrocarbures (solubles dans l'éther) ;
5 % de liège finement divisé ;
70 % de morceaux de plomb avec un peu d'étain ;
13 % d'asbeste, de graphite et quelques sels de Fe. Al. ;
- c) *Fluidine* consiste en hydrocarbures (dont le point de fusion est à 35° cent.) auxquels se trouvent mélangés des sulfates alcalins et des traces de fer.

Jasinsky pense que la fluidine est un mélange d'huile de ricin avec de l'acide sulfurique dans la proportion de 3 à 1. Quand on conserve longtemps la fluidine, il s'en dégage de l'acide sulfureux et la masse devient foncée et visqueuse. L'idée de traiter l'huile de ricin ou des huiles du même genre avec de l'acide sulfurique concentré est excellente ; c'est un moyen qui est employé déjà dans la teinture à l'aniline. On le prépare en mélangeant à froid l'huile de ricin ou une autre huile de ce genre avec 25 à 30 p. c. d'acide sulfurique de 65 à 66° B. qu'on y verse lentement ; puis on agite le mélange. Après avoir laissé reposer pendant 12 heures, on y verse trois à quatre fois son poids d'eau ; il se forme une épaisse émulsion blanche. Après 18 à 24 heures, on recueille les matières huileuses qui se sont rassemblées à la surface, et on déverse l'eau acide qui est restée. Cette matière huileuse a un poids spécifique de 1,005, et par suite, quand on la verse dans l'eau distillée, elle coule d'abord au fond, mais s'y mélange ensuite. Sa composition exacte n'est pas encore connue, mais elle contient certainement de l'acide sulfoglycérique. Cette huile liquide doit évidemment agir mieux que le suif ordinaire, et elle a l'avantage de ne pas introduire des substances azotées dans le jus ; car celles-ci ont été éloignées par l'acide sulfurique et l'eau.

Jasinsky en conclut que la fluidine bien préparée est un produit très utile, mais que celle du commerce qui contient de l'acide sulfurique en excès est fort dangereuse. Aussi quand on l'a employé dans la fabrique de MM. Krénikoff, on a obtenu des masses cuites qui n'ont pas donné de deuxième produits du tout.

Nous avons mentionné déjà (chapitre III, F) l'emploi de l'asbeste pour les boîtes à étoupes, etc. Rappelons encore que le docteur **Schreiber** (**), dans une conférence tenue sur ce sujet, se prononce en faveur de l'emploi de

(*) Sap. de Kieff, 13, p. 480.

(**) D. Z. I. VIII, n° 51.

l'asbeste, surtout de celui qui provient des mines de Val Tellino et de Val d'Aosta et qui sont exploitées par *The United Asbestos Company*. On a aussi fabriqué des couleurs en asbeste qui protègent efficacement contre les dangers d'incendie.

Nous trouvons (*) une recette pour préparer une bonne graisse à employer pour les courroies.

On découpe 500 grammes de gomme élastique et on la fond à 50° avec 500 grammes d'huile de térébenthine dans un creuset en fer bien fermé. Puis on ajoute 400 grammes de colophane et 400 grammes de cire jaune, on agite et on fond de nouveau. Puis on chauffe dans un grand pot 1,500 grammes d'huile de baleine et 500 grammes de suif de manière à fondre tout le suif, et on verse, en agitant toujours, le premier mélange dans le second. On continue à agiter, jusqu'à ce que la masse soit devenue solide. Au lieu de 500 grammes de gomme élastique neuve, on peut aussi prendre 625 grammes de vieille gomme que l'on a fait bouillir préalablement pendant 1/4 ou 1/2 heure avec une solution de soude.

Cette graisse se frotte au moyen d'une brosse sur les deux côtés des vieilles courroies dans un local assez chaud; les courroies traitées de cette façon deviennent très solides. Pour celles qui sont encore en bon état, il suffit de graisser le côté intérieur, pour qu'elles adhèrent bien aux poulies, tambours, etc.

S. . . (**) se prononce contre l'emploi des couleurs à l'huile, qui contiennent des minéraux tels que le plomb, le cuivre, l'arsenic, le chrome, etc., parce que la plupart de ces couleurs sont vénéneuses et ne répondent, du reste, pas à leur but, car elles forment des croûtes qui s'écaillent facilement.

L'emploi des couleurs composées au silicate de zinc et produites par *The Silicate Paint Company* (à Londres) est bien préférable. Ce sont surtout les couleurs d'émail en silicate de zinc qui peuvent être recommandées aux fabricants de sucre pour peindre les formes des pains à sucre, etc. Elles ne sont attaquées ni par l'eau bouillante ni par les acides dilués, ni par les alcalis. Elles donnent aux objets l'aspect de la porcelaine et sont en même temps très élastiques, en présence même de forts changements de température.

Diverses recettes d'émail ont été données aussi par **A. Gawalowski** (***) et **F. Jünemann** (†).

E. ÉLECTRICITÉ. — ÉCLAIRAGE AU GAZ.

L'éclairage électrique offre plusieurs avantages (†)† sur l'éclairage au gaz et au pétrole.

En dehors du danger d'incendie que ces deux derniers systèmes présentent, ils offrent encore l'inconvénient de développer beaucoup de chaleur et de

(*) Chemisches Centralblatt 1882, p. 768.

(**) O. 21, p. 434.

(***) O. 21, p. 646.

(†) O. 21, p. 828.

(††) Z. 33, p. 346.

vicier l'atmosphère, sans compter la malpropreté inséparable surtout de l'éclairage à l'huile de pétrole.

On distingue deux systèmes d'éclairage électrique :

a. *L'éclairage formé par l'arc voltaïque*, qui est produit par 2 tiges de charbon placées verticalement et rapprochées à la distance de 3 millimètres environ. Chacune de ces lampes électriques donne une lumière éclatante, qui correspond le plus souvent à celle de 1,000 bougies et peut être utilisée avec avantage pour éclairer le travail à la cour, où se trouvent les dépôts de betteraves.

b. *L'éclairage par foyer incandescent*, qui est plus approprié pour éclairer l'intérieur d'une fabrique.

Fr. Anthon (*) indique les frais pour l'établissement de ces deux systèmes dans des fabriques allemandes.

a. L'installation de l'éclairage par l'arc voltaïque, destiné à éclairer un espace de 5 mètres de hauteur et de 8,000 mètres carrés de surface, comprenait, dans une de ces fabriques, 4 machines électriques de **Schuckert** et 32 lampes du système **Krizik** (**) exigeant une force de 30 à 32 chevaux. On avait à sa disposition une machine à vapeur de 300 chevaux qui servait, du reste, encore à d'autres usages.

L'installation coûtait :

L'installation électrique seule	fr.	24,400	»
La transmission et les courroies		2,600	»
L'installation de la chaudière et de la machine à vapeur (en partie)		15,000	»
Total.	fr.	42,000	»

En comptant 3,000 heures d'éclairage par an, les frais de travail se montaient à la somme suivante :

Amortissement et intérêts du capital (10 p. c.)	fr.	4,200	»
Pour les tiges de charbon (6 centimètres par heure et par lampe)		7,200	»
Consommation de vapeur		2,400	»
Total.	fr.	14,800	»

pour les 32 lampes en 3,000 heures.

Soit par heure et par lampe 0 15

b. *Frais de l'éclairage par foyers incandescents* pour éclairer le même espace. L'installation comportait 524 lampes du système Edison et 4 machines électriques de **Schuckert** qui exigent une force de 40 chevaux.

L'installation coûtait :

L'installation électrique seule	fr.	25,000	»
Transmission et courroies		3,100	»
L'installation de la chaudière et du moteur à vapeur (en partie).		18,700	»
Total.	fr.	46,800	»

(*) O. XXI, p. 994.

(**) B. Z. VII, p. 7.

Les frais de travail étaient par an :

Amortissement et intérêts (10 p. c.)	fr.	4,700	»
Consommation pour les lampes.		11,800	»
Consommation de vapeur		3,000	»
Total.	fr.	19,500	»

W. Hölzer (*) décrit l'installation de la lumière électrique à Malec (Bohême). Elle comprenait :

1 lampe à arc voltaïque (de 1,000 bougies) pour la cour, 1 de même force pour la salle des turbines et 80 lampes à foyer incandescent du système Swan.

Pour les dernières lampes, il y avait une machine électro-dynamique de 8 chevaux, et pour la première, une machine du même genre de 2 chevaux, qui faisaient chacune 950 tours par minute. Elles étaient commandées par une machine à vapeur de 10 chevaux qui faisait 90 tours par minute. La consommation de charbon était de 2,92 kilog. de bonne houille (de Waldenburg) par cheval et par heure. Comme la machine marchait d'ordinaire 15 heures par jour, la consommation totale de houille était de 438 kilog. par jour, dont il faut décompter $\frac{1}{3}$ pour la vapeur de retour qui est utilisée pour d'autres usages.

Reste une consommation de 292 kilog. de houille par jour, ou
au prix de fr. 23-60 fr. 6 90

A cela il faut ajouter :

La main d'œuvre par jour 2 50
Huile et charbon 3 70

Total. . . fr. 13 10

L'installation totale coûtait (y compris le moteur) 12,000 »

Les frais annuels se montaient à :

Amortissement (10 p. c.) 1,200 »
Intérêts à 5 p. c. 600 »
Frais de travail pour 100 jours 1,310 »
Renouvellement des lampes (à foyer incandescent). . . . 410 »
Dépenses diverses. 130 »

Total. . . fr. 3,650 »

Comme la fabrique travaillait 15 millions de kilogrammes de betteraves, cela fait 24 centimes par 1,000 kilogrammes de betteraves.

Le professeur **Dr Pierre** (**) a publié un article très intéressant sur les accumulateurs électriques et leur emploi pour l'éclairage et comme force motrice. **Friedländer** (***) a traité la même question à l'association des fabricants autrichiens. Comme ce sujet sort du cadre que nous nous sommes tracés, nous nous bornons à renvoyer ceux qui s'intéressent à cette question aux articles originaux.

(*) O. XXI, p. 998.

(**) O. XXI, p. 348

(***) O. XXI, p. 586.

Fr. Anthon (*) traite de l'application de l'électricité comme force motrice et recommande dans ce but l'appareil électrique de Tate, qui se compose d'une batterie Leclanché, d'un électro-aimant et d'une conduite en fils métalliques avec les interrupteurs nécessaires. De plus, il y a un petit cylindre à vapeur avec un piston, une crémaillère et une roue dentée. L'appareil se règle parfaitement de lui-même et n'a besoin d'aucune surveillance. Il peut être arrêté instantanément dans le cas d'un accident. On l'a appliqué dans plusieurs fabriques anglaises.

Dans une autre fabrique (**), on évalue les frais pour l'installation de 160 lampes à foyers incandescents du système Swan, avec des machines électriques du système Siemens, à 13,000 francs, auxquels il faut ajouter 15,000 francs pour la chaudière et le moteur à vapeur.

(Cette dernière dépense se réduit évidemment quand on peut se servir d'un moteur qui existe déjà.)

Les frais de travail étaient :

Pour l'éclairage électrique seul	fr.	3,950	»
Pour le moteur		7,000	»
Total.	fr.	10,950	»

y compris l'amortissement, l'intérêt du capital, etc.

Comme la moitié de ces lampes brûlaient en moyenne pendant 2,000 heures par an, cela fait environ 7,4 centimes par heure pour une lampe du système Swan, de la force de 10 bougies environ.

L'éclairage électrique a été appliqué (***) dans les fabriques allemandes de Rositz, Ahrensboök, Gustrow, Twülpstedt, Papenteich (?), Neustadt et dans la raffinerie de Warrenton. En France, la première application a été faite par Daix (à Saint-Quentin) dans la fabrique de Flavy-le-Martel. On y a placé deux foyers lumineux à l'intérieur, et quatre autres foyers à l'extérieur.

(L'éclairage électrique est appliqué depuis longtemps à Gand et à Wanze, en Belgique, ainsi que dans beaucoup d'autres fabriques. F. S.)

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

Dami et Lacouture (†) (Saint-Quentin) ont fait quelques modifications dans l'installation des appareils à gaz d'éclairage. Ces modifications concernent principalement le laveur et l'épurateur.

Le gaz sortant des barillets va directement au laveur-condensateur en passant dans le réfrigérant, au bas duquel se trouve un socle destiné à recevoir les goudrons qui s'échappent par le tuyau syphon, tandis que le gaz s'en va directement au laveur en passant par une petite tubulure qui règle le niveau d'eau du compartiment inférieur.

Le gaz, arrivant par le dessous du laveur, monte quand l'eau, au contraire, introduite dans l'entonnoir, descend, de sorte que le gaz se trouve lavé progres-

(*) O. XXI, p. 287.

(**) O. XXI, p. 94.

(***) S. I. 22, p. 266, et J. d. F. S. 25, nos 1 et 3.

(†) J. d. F. S. 25, no 1.

sivement dans des eaux de plus en plus propres ; lorsqu'il arrive au compartiment supérieur, il est débarrassé complètement de ses impuretés.

Le laveur est composé de quatre compartiments semblables superposés et boulonnés ensemble ; dans chacun d'eux plonge dans l'eau un plateau diviseur muni de deux couronnes concentriques dentées pour laisser échapper le gaz dans le compartiment supérieur. Le gaz est lavé deux fois par compartiment, et, par conséquent, huit fois dans son parcours dans le laveur ; il subit, par suite, un lavage complet dans une grande quantité d'eau.

On a donné la forme carrée au laveur afin d'avoir beaucoup de surface et de volume, et la forme ronde aux plateaux diviseurs pour que le gaz s'échappe régulièrement par de petites dents pratiquées au grand cercle. Quatre robinets, pour permettre de purger au besoin, sont placés sur un des côtés du laveur.

L'épuration se fait, comme dans les autres systèmes, soit à la chaux, soit au sulfate de fer préparé.

Au moyen de ce sulfate préparé, on peut fixer, d'une manière constante, les gaz carbonique, sulphydrique, cianhydrique, l'ammoniaque, son carbonate et son sulphydrate ; enfin, chose très importante, enlever d'une manière tout à fait heureuse les particules de goudron qui ont échappé à l'épuration physique. Le sulfate est d'un prix relativement bon marché et d'une durée presque indéfinie, si on le révivifie par les moyens qu'indiquent MM. Dami et Lacouture presque gratuitement sur la demande qui leur en est faite. La faculté de fixer l'azote sur toutes les combinaisons permet, après son usage comme épurant, de le vendre à un prix rémunérateur à l'agriculture, qui en retire de grands avantages comme engrais.

Le sulfate préparé peut être employé dans n'importe quel épurateur, en remplaçant seulement les claies en tôle par des claies en bois ou en osier. Avec cette matière, on peut ne renouveler les épurateurs que tous les mois, au lieu de le faire tous les cinq jours, comme il est d'usage en employant la chaux.

Le laveur peut être monté indistinctement avec un ou deux épurateurs, mais sans robinet hydraulique dans le premier cas, et il peut aussi s'adapter à tout autre système d'épurateur. Le tout est installé sur socle à jour afin d'en faciliter le montage.

CHAPITRE IX

LE SUCRE DE CANNE

Parmi les travaux publiés pendant ces dernières années sur le traitement de la canne, nous devons signaler en première ligne celui de **M. Edmond Riffard** (*Villa Campo, République argentine*), publié dans la *Sucrerie Indigène et Coloniale* (tomes XXI et XXII). Nous ne pouvons, à notre regret, reproduire en entier ce travail d'un grand intérêt pour tous ceux qui s'occupent de la sucrerie coloniale, mais nous tâcherons d'en donner au moins un résumé, en le complétant par des renseignements puisés dans d'autres journaux et par ceux que nous devons à l'amabilité de **M. F. H. Eijdman**, ingénieur chimiste à *Soerabaia (Java)*.

A. EXTRACTION DU JUS.

La canne est, en général, amenée par une chaîne sans fin dans un moulin composé de trois puissants cylindres cannelés parallèlement à l'axe (*). La force motrice est le vent, l'eau ou la vapeur. L'un des trois cylindres est placé au-dessus des deux autres, dont l'un (à l'entrée) est distant du premier de 10 à 25 millimètres, l'autre (à la sortie) de 2 à 8 millimètres, selon les dimensions du moulin.

Le jus, appelé *vesou*, s'écoule le long des parois de ces cylindres et passe ensuite par une gouttière dans un bac, d'où il est envoyé aux chaudières à déféquer.

La canne exprimée, appelée *bagasse*, était employée jusque dans ces dernières années presque exclusivement comme combustible.

Nous donnons ci-contre (fig. 256) le dessin d'un de ces moulins à canne de construction moderne. C'est le moulin à trois cylindres à bâtis mixte en fer et en fonte, système **Rousselot**. Ce moulin est d'une construction fort solide et exerce une pression régulière sur la canne, en maintenant un écartement constant entre les cylindres (21 millimètres pour la canne et 7 millimètres pour la bagasse). De plus, il a l'avantage de pouvoir être facilement monté ou démonté pour vérifier l'état de ses organes.

(*) D'après M. Eijdman, ces cannelures sont à Java généralement rectangulaires sur l'axe.

Quelques modifications ont été apportées au moulin à canne par la Société anonyme des Anciens Etablissements de **Cail** (*) (*Paris*). Les bâtis, au lieu d'être en fonte, sont en fer ou en fer et acier, ce qui permet de rapprocher les deux cylindres inférieurs du moulin et de diminuer, par conséquent, l'espace dans lequel les cannes sont exposées à un frottement, au lieu d'être écrasées. La distance de ces cylindres, qui était précédemment de 0^m,42, n'est plus, dans la nouvelle disposition, que de 0^m,30 et peut être réglée pendant la marche. Les cylindres inférieurs peuvent être démontés sans être soulevés, et la pression horizontale se répartit uniformément sur des boulons qui traversent tout le bâti. A cet effet, on a donné aux bâtis la forme de caisses.

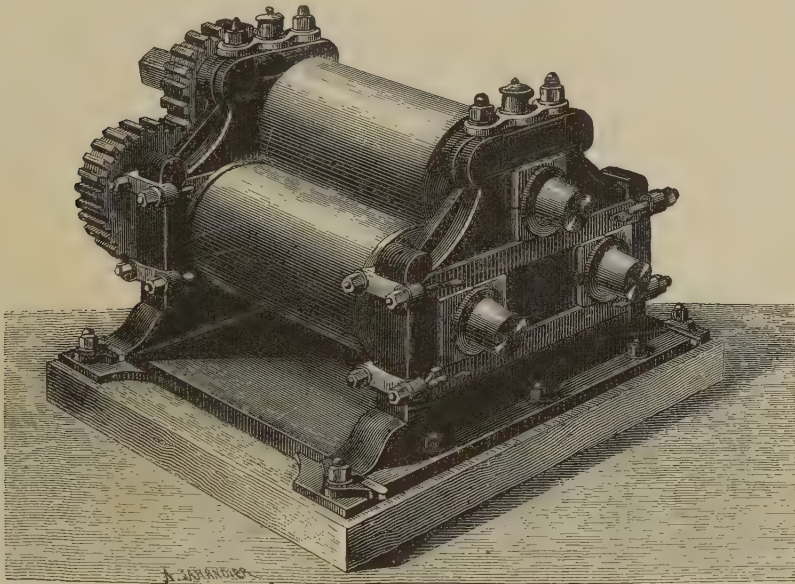


Fig. 256.

On mentionne encore un moulin à canne construit par les ateliers de construction de **La Meuse** (**) (*Liège*) pour l'usine de **Poerwoedadie** (*Java*), et qui est remarquable surtout par sa puissance. Les cylindres de ce moulin ont 1 mètre de diamètre et 1^m,50 de longueur, et leurs arbres un diamètre de 0^m,85 dans les portées de calage et 0^m,38 dans les tourillons.

Ils font 1 1/2 tour par minute et exigent une force de 140 chevaux. Le poids total du moulin est de 75,000 kilogrammes. Comme il est difficile de construire à Java même des fondations pour un moulin d'une si grande force, on a expédié dans ce but de petits blocs en granite de la Belgique à Java. Ce moulin est à repression (*voir plus loin*) et comporte une bagassière composée de diverses pièces en fonte, en acier Bessemer et en fer forgé, d'un poids

(*) N. Z. XI, p. 221.

(**) J. d. F. S. 24, n° 46.

total de 1,800 kilogrammes. Elle est disposée de manière à pouvoir presser énergiquement la bagasse avant son passage dans les cylindres de sortie.

La quantité de jus extrait par les moulins ordinaires varie selon la puissance de ces moulins et du travail plus ou moins parfait auquel ils sont astreints. Elle est au maximum de 65 p. c., mais n'est que de 60 p. c. en général pour les appareils même très perfectionnés.

(D'après M. Eijzman, on extrait à Java ordinairement 66 à 71 kilogrammes de vesou par 100 kilogrammes de la canne travaillée, sans repression ni imbibition. On peut facilement arriver à extraire des cannes 70 p. c. de vesou *en moyenne*, pourvu que l'on fasse usage du transporteur de canne, appelé « Cane-Carrier ».)

On a essayé, vu ce faible rendement, dans ces derniers temps divers moyens pour augmenter le rendement de la canne ou plutôt pour diminuer la perte de sucre dans la bagasse. Nous citerons notamment les systèmes suivants :

1. Le **procédé de l'imbibition**, inventé par **A. Duchassaing** (*Fontbressin, Guadeloupe*), dont voici le principe :

La bagasse à la sortie du moulin est arrosée d'eau chaude qui sort en minces filets par les ouvertures de tuyaux transversaux ; puis, la bagasse est soumise à une nouvelle pression dans un deuxième moulin, dit moulin presseur. Les jus qui sortent de ce deuxième moulin sont mélangés avec ceux du premier. On obtient ainsi en plus par 100 kilogrammes de cannes 20 à 25 kilogrammes de jus dilué, équivalant à 10 ou 15 kilogrammes de jus normal, selon le degré de division de la bagasse et la régularité du travail. Comme la bagasse a une structure spongieuse, l'imbibition se fait toujours facilement sur une chaîne sans fin composée soit de planchettes, soit de toile.

Les expériences faites par une commission de la Guadeloupe ont permis de constater que ce procédé pouvait augmenter le rendement de la canne de 1,5 à 1,6 % de sucre.

2. Le **moulin à pressions multiples**, inventé par **B. Lahaye et Brissonneaux frères** (*) (*Nantes*) et construit par ces derniers.

Ce moulin (fig. 257) est à huit cylindres, qui sont disposés de manière à permettre à volonté une injection de vapeur, d'eau pure ou de vesou (emprunté aux deux derniers passages dans l'ordre de sa densité), alors que la pression des cylindres devient en même temps de plus en plus forte. On n'emploie que 10 % d'eau du poids de la canne. Cet appareil a été appliqué à la Guadeloupe, au Brésil, etc., et paraît avoir donné de très bons résultats. Le rendement en sucre est à peu près le même que celui obtenu par l'imbibition ordinaire, mais l'installation est plus simple, plus propre et beaucoup moins coûteuse. De plus, cet appareil exige moins d'eau chaude et, par suite, moins de combustible que le procédé de l'imbibition. Le vesou des deux premières pressions est très chaud et se prête à une défécation facile.

La bagasse sort des cylindres également chaude et sèche, de manière qu'elle puisse brûler activement.

(*) S. I. 21, n° 17, J. d. F. S. 24, n° 37.

3. Le **procédé de W. Russell** (*Georgetown, Demerara*). Ce procédé, dit *de repression*, ne diffère de celui de l'imbibition ordinaire que par l'emploi de la vapeur concurremment avec l'eau chaude. La bagasse tombe à la sortie du premier moulin sur une bande ou ruban sans fin en laiton, ou en toile. Elle y est exposée à l'action de la vapeur de retour de la machine motrice; de plus, elle est imbibée avec l'eau de la condensation provenant des chaudières de clarification et de l'appareil à cuire. Puis elle passe à un deuxième moulin. On estime que le rendement de la canne en jus normal est augmenté de 15 % au moyen de ce procédé.

4. Le **moulin presseur, système Rousselot** (*). Ce moulin, qui est placé à la suite d'un moulin ordinaire, se compose de deux distributeurs de bagasse et de deux couples presseurs. Chacun de ces derniers comprend deux cylindres

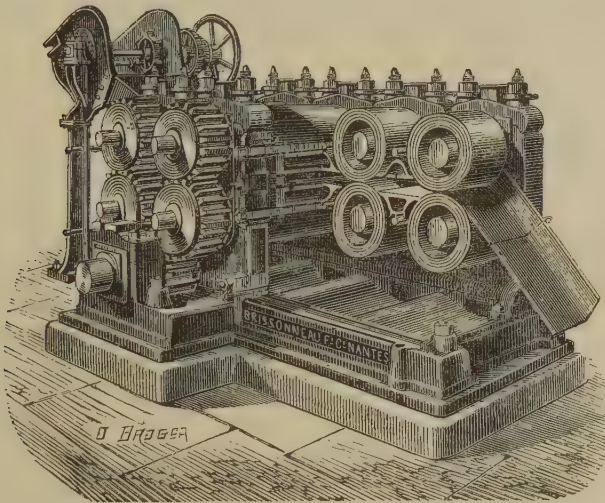


Fig. 257.

et un cylindre alimentateur (dont le diamètre est plus petit que celui des autres cylindres), établis dans deux bâtis en fonte dont tous les efforts pendant la pression sont supportés par des boulons et des tirants en fer. La canne est d'abord écrasée dans le moulin ordinaire. A la sortie, la bagasse est arrosée d'eau chaude, puis se déverse par un plan incliné dans les augets du premier conducteur de bagasse. De là, elle s'engage entre les cylindres presseurs et le cylindre alimenteur du premier couple presseur. A la sortie de celui-ci, la bagasse est arrosée une deuxième fois d'eau chaude, puis passe dans les augets du deuxième conducteur, et de là entre les cylindres d'un deuxième couple presseur.

La quantité d'eau chaude nécessaire pour l'imbibition est de 6 % à la première repression et de 9 % à la seconde, soit 15 % d'eau chaude de la

(*) S. I. XXI, n° 20.

quantité totale du jus extrait. Le rendement en sucre est de 65 % au moulin ordinaire, de 9 % à la première repressiõn et de 6 % à la deuxième.

Nous donnons ci-dessous (fig. 258) le dessin d'un de ces couples presseurs; on y remarquera surtout la disposition pratique des trois cylindres qui ne laisse

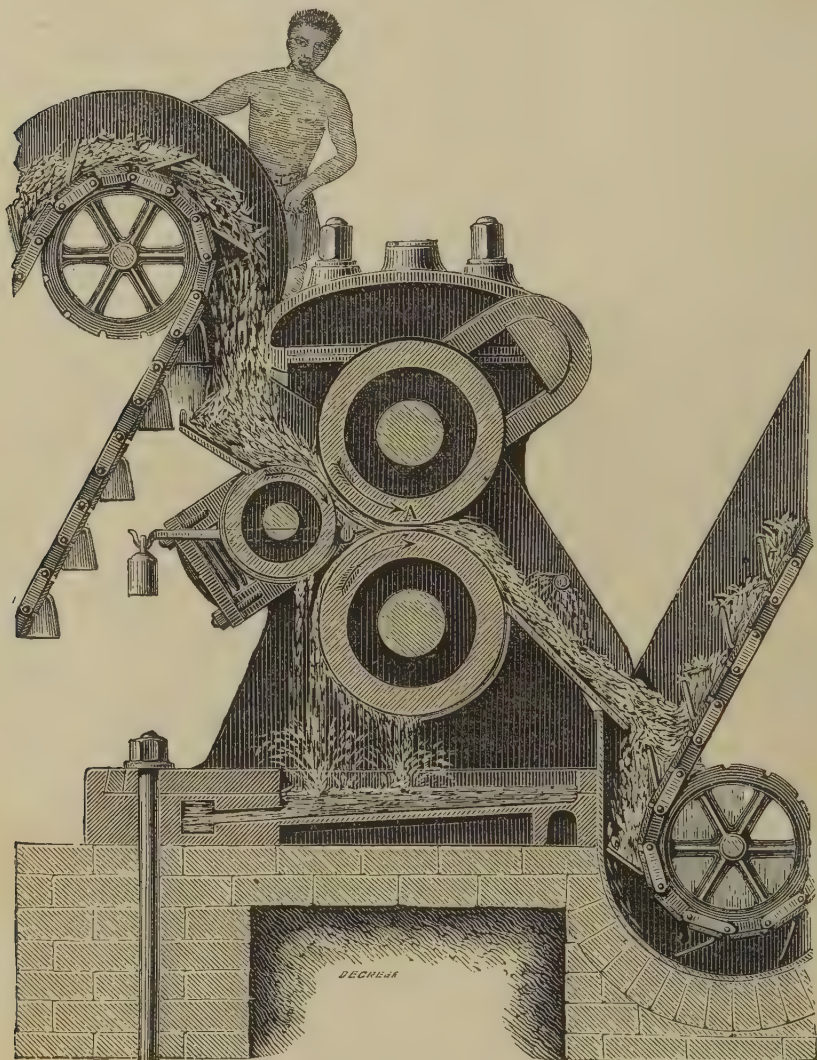


Fig. 258.

que peu de dimensions à la bagassière, contrairement à ce qui se pratique dans les moulins ordinaires.

5. Le **défilreur de P. Faure** (*Limoges*) (*) a pour but de préparer la canne

(*) S. I. 21, n° 21, et J. d. F. S. 24, n° 43.

avant son passage au moulin en l'effilochant, en la défibrant, sans rupture de filaments, de façon à ne faire arriver aux cylindres qu'une matière souple sans l'enveloppe dure et glissante qui offre tant de résistance à l'extraction. La canne, ainsi préparée, conserve sa longueur primitive, passe au moulin avec facilité, et en cet état elle permet de rapprocher davantage les cylindres du moulin à l'entrée et à la sortie. Cet appareil permet, paraît-il, d'obtenir, au moyen d'un moulin ordinaire à trois cylindres, une extraction allant jusqu'à 76 et même 78 % de jus normal du poids des cannes travaillées.

Le défibreur Faure (fig. 259) se compose d'un cylindre en fonte revêtu de plaques munies d'une denture hélicoïdale roulant dans une cuvette portant les mêmes plaques et disposées de façon que la denture des unes est à l'inverse de

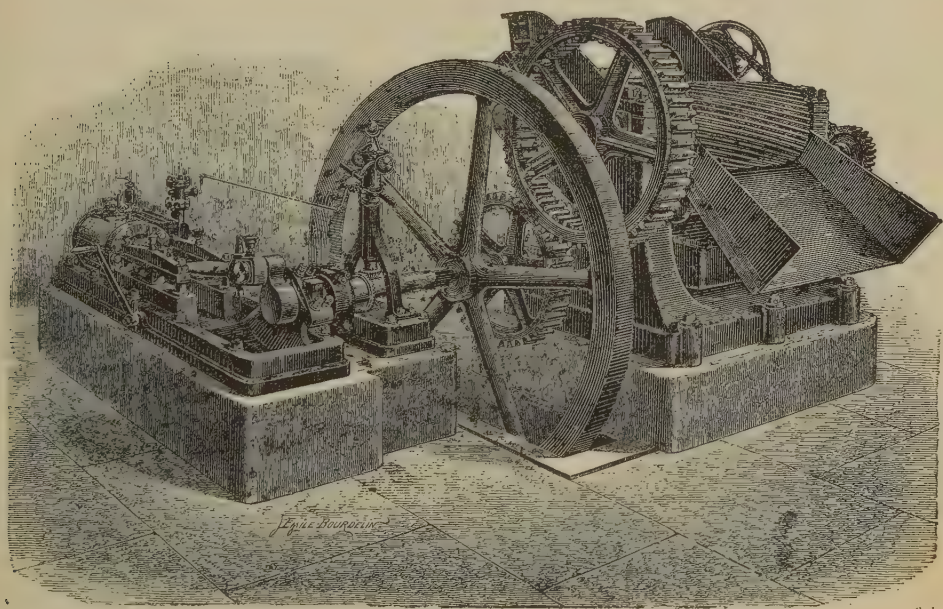


Fig. 259.

celle des autres, pendant que l'intervalle va en diminuant de l'entrée à la sortie. Le cylindre, solidement fixé par des paliers sur un bâti en fonte de forme creuse, est actionné par une machine à vapeur spéciale ou par une transmission quelconque. Le mouvement, de 45 à 50 tours par minute, est donné par une roue dentée. Des tôles fixées au bâti sont agencées pour le passage des cannes qui, placées en travers dans l'axe du cylindre, s'engagent entre les plaques, se défibrent et sortent absolument entières, sans être ni broyées ni pressées, mais ouvertes sur toute leur périphérie avec les cellules mises à nu, préparées, en un mot, pour la pression ultérieure qu'elles doivent subir. Au-dessous de la cuvette se trouve un récipient pour recevoir le vesou, qui ne s'échappe, du reste, qu'en quantité insignifiante, car la fonction du défibreur est seulement préparatoire et destinée à faciliter la pression.

On construit les défibreurs Faure de différentes dimensions : le plus grand est destiné à un travail de 25,000 kilogrammes de cannes par heure et exige une force motrice de 35 chevaux; le plus petit suffit pour un travail de 6,000 kilogrammes et exige une force de 8 chevaux.

6. Le **défibreur de Georges Bazé** (*) (*Havanna, Cuba*), qui a un but analogue à celui de Faure. (Fig. 260 et fig. 261 sur une échelle plus grande.) Ce défibreur se compose d'un tambour horizontal A qui tourne autour de son axe O. Il est entouré d'un grand nombre d'anneaux B en acier qui portent des dents C à pointe émoussée, et dont la largeur, dans le sens de l'axe O, est

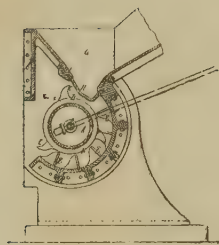


Fig. 260.

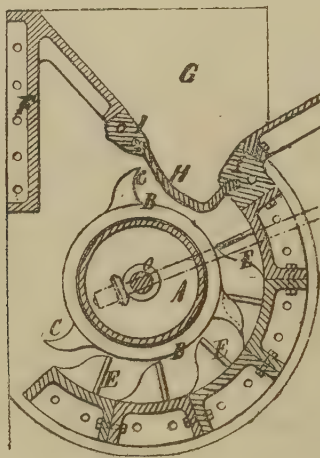


Fig. 261.

égale à la moitié de celle des anneaux B. Aux extrémités du tambour A se trouvent deux bâtis réunis par des peignes fixes E, laissant entre leurs dents des lacunes, par lesquelles passent les dents C. La partie supérieure du bâti est formée par la plaque F et par l'entonnoir G. Le bord inférieur de la plaque F a une profondeur telle que les dents C viennent presque le toucher. Le fond de l'entonnoir G est formé par la grille H, dont les intervalles correspondent juste aux dents C. Les barreaux de grille H ont une forme en U et sont fixés aux poutres en fonte I, I. Le défibreur est mis en mouvement par une machine à vapeur qui fait de 100 à 150 tours et qui agit directement sur l'axe O; celle-ci peut à son tour transmettre le mouvement à l'élévateur pour la canne. Les dents du tambour ne saisissent par la grille H qu'un peu de canne à la fois, de sorte que le tambour ne peut jamais s'engorger. La canne défibrée est évacuée à la partie antérieure du tambour.

7. **Macération de la bagasse.** On a essayé à diverses reprises d'appliquer les procédés de la diffusion ou de la macération à l'extraction du sucre de la

(*) N. Z. X., p. 6.

bagasse provenant d'une simple pression par un moulin ordinaire. A la *Guadeloupe* (*), le comité des usines avait organisé déjà en 1879 des expériences pour déterminer la valeur de ce procédé. Ces expériences, faites sur une petite échelle, ont démontré qu'il était possible d'extraire la plus grande partie (jusqu'à 22 kilogrammes de jus normal par 100 kilogrammes de canne) du sucre contenu dans la bagasse, sous la condition que cette bagasse aurait été préalablement coupée par le hache-paille Pitter. Seulement on constatait une inversion notable du sucre. Ainsi, alors que le jus normal contenait 6,5 de glucose sur 100 de sucre, celui extrait de la bagasse en contenait 9,5 à 10 sur 100 de sucre. La commission estimait cependant que cette inversion provenait de la lenteur des opérations et ne se produirait pas ou peu dans un travail industriel normal. Un autre inconvénient de ce système, c'est la grande quantité d'eau (12 % de son poids) retenue par la bagasse après l'opération, et qui rend cette bagasse impropre à la combustion.

Dans ces derniers temps, **F. H. Eijzman** (*Soerabaia, Java*) a proposé un nouveau procédé basé sur un principe analogue, savoir sur l'application du diffuseur continu de Charles et Perret, que nous avons décrit précédemment (page 53 de cette *Revue*). Comme cette invention est encore de date récente, nous avons cru intéressant de demander des renseignements sur ce procédé à l'auteur même. Voici ce que M. Eijzman a bien voulu nous communiquer à ce sujet :

« L'idée de retirer d'abord la plus grande partie du vesou au moyen d'une presse continue, puis d'extraire le reste après une seule pression par une macération quelconque, est tout à fait logique. Louis Walkhoff l'a longtemps préconisée, et si elle ne s'est point introduite d'une manière générale dans la fabrication du sucre de betteraves, ce n'est probablement qu'à cause des presses continues, dont la construction et le fonctionnement laissent encore assez à désirer.

» Il va sans dire que pour la canne, matière première bien plus filamenteuse que la betterave, le moulin ordinaire constitue une presse continue, pour ainsi dire parfaite, qui joint à une puissance gigantesque la simplicité de construction, de montage et de maniement, si nécessaire dans les colonies, et qui donne, par une seule rotation des cylindres, dans quelques secondes, les $\frac{3}{4}$ de la quantité totale de vesou, qu'on peut prétendre extraire de la canne, tandis que la pulpe de canne — la bagasse — y sort dans un état complet de déchirement, de désintégration.

» Il paraîtrait donc que si le diffuseur continu se prête à la macération de cette bagasse — matière des plus récalcitrantes au point de vue de son traitement par la batterie de diffusion ordinaire, — ce serait pour cet appareil une chance de plus à s'introduire dans l'industrie sucrière coloniale, où il pourrait rendre des services sérieux.

» Des essais dans cette direction viennent d'avoir lieu à Düsseldorf, avec un diffuseur continu de 1^m,60 de diamètre, construit par la Société de Hohenzollern, et avec de la bagasse expédiée directement de Java. Après quelques mécomptes, causés par l'emploi de la bagasse sèche, telle qu'elle était arrivée

(*) E. Riffard. S. I. XXI, n° 25.

de Java, l'appareil a très bien travaillé la bagasse, lorsque celle-ci eût été humectée jusqu'à recouvrer le degré d'humidité qu'elle possède en sortant du moulin. La crainte qu'on avait que l'appareil refuserait de transporter la bagasse et s'engorgerait bien vite, n'était donc pas fondée.

» On a constaté, au contraire, que le passage de la bagasse par cet appareil se faisait trois fois plus vite que celui des pulpes de diffusion, étant donné la même vitesse de rotation.

» L'épuisement de la bagasse se fait dans le diffuseur continu par voie de macération, tandis que la repression aura pour but principal de la remettre dans l'état normal, c'est-à-dire de la transformer en un combustible précieux pour les pays privés de bois et de charbon. En second lieu, la repression évite les pertes d'eau et permet, au besoin, de retirer les dernières traces de vesou. Voilà, certes, un beau programme ! Espérons que les nouveaux essais que l'on prépare en ce moment amèneront sa réalisation pratique. »

8. **Diffusion de la canne.** Le succès que la diffusion a trouvé partout pour l'extraction du jus de la betterave a suggéré à plusieurs fabricants intelligents l'idée d'appliquer ce procédé pour le travail de la canne. On avait d'abord pensé à l'installation d'un macérateur continu, mais on revient de plus en plus à l'idée d'établir une diffusion en batterie, exactement comme cela se fait pour les betteraves. C'est aussi l'avis de **E. Riffard**, et quelques fabricants, notamment **M. Zuur (Java)**, s'occupent déjà d'introduire ce procédé dans la pratique. Les avantages d'une diffusion bien conduite comparée à la pression simple, combinée avec la repression ou la macération de la bagasse sont manifestes. On pourra retirer plus de sucre tout en diluant beaucoup moins les jus extraits, on économisera la force motrice et les frais d'installation si considérables nécessités par les moulins. Quant aux dangers de l'inversion, ils paraissent être très minimes, par suite du travail en vase clos et de la rapidité de la diffusion. La bagasse produite peut être séchée facilement par un passage au moulin. Théoriquement il n'y a donc aucune raison sérieuse contre la diffusion ; reste à savoir si son application donnera de bons résultats en pratique ? Une des principales difficultés, celle de la construction d'un bon coupe-cannes, est sur le point d'être tournée. Au moins a-t-on déjà construit dans ces dernières années un assez grand nombre de variétés de coupe-cannes. Les premiers appareils étaient construits sur le principe des hache-paille usités dans les fermes ; ils présentaient divers inconvénients, d'abord en produisant des arrêts dans le travail par suite de l'engorgement de filaments de cannes, puis en causant des projections de jus.

Le coupe-cannes essayé en 1881 par une commission de la Guadeloupe avait aussi de graves inconvénients. Il était composé de deux rangées, chacune de dix lames montées à coulisse sur un tambour horizontal agissant sur des contre-lames inclinées, fixées au bâti. D'après le rapport de la commission, les lames mal trempées s'émoussaient vite, puis le mode de montage à coulisse sur porte-lames à queue d'aronde était défectueux. De plus, le changement des vingt lames exigeait un temps très long, près de deux heures, et enfin les lames fléchissaient sous l'effort et rendaient le travail moins régulier.

(*) E. Riffard. S. J. XXI, n° 26.

La Compagnie de *Fives-Lille* a pris un brevet pour un coupe-cannes, appliqué déjà en Espagne et dont voici la description, d'après **M. Geay** (*Havre*) :

Ce coupe-cannes se compose d'un disque, dont la jante affecte la forme d'un double cône. Ce disque est armé d'un certain nombre d'outils tranchants dont la disposition est celle du rabot de menuisier, et dont l'inclinaison, combinée avec celle de la jante du disque, est telle que la matière est projetée en dehors de la roue par l'action de la force centrifuge. La canne, de même que dans les moulins ordinaires, est amenée sous les outils du coupe-cannes au moyen d'une trémie à bagasse et d'un cylindre qui, par son propre poids, sert à la maintenir sous l'action des outils tranchants. Ce disque porte-outils repose sur deux bâtis solidement fixés sur une plaque de fondation ou un châssis en charpente. L'entretoise qui relie les deux bâtis entre la trémie et le disque porte une armature mobile en acier dont l'écartement est réglé, ainsi que la saillie des outils, de façon à obtenir des cossettes d'une épaisseur convenable. L'appareil doit être complété par une enveloppe convenablement disposée pour empêcher la matière coupée d'être projetée au loin, et aussi par un couloir incliné, un tablier mobile, une vis sans fin ou tous autres moyens.

Ce coupe-cannes fait 102 tours par minute et peut couper 3,260 kilogrammes de cannes par heure en cossettes de 2 millimètres d'épaisseur. Inutile de dire que les lames (il y en a 12) sont de très bonne qualité.

Un autre coupe-cannes a été construit par **A. Perret** (*) (*à Roye, Somme*). Cet appareil comporte un couteau double construit d'une seule pièce et animé d'un mouvement de rotation devant une plaque qui présente une ouverture carrée destinée à faire passer la canne. Le couteau est pressé contre la plaque par des pièces intermédiaires élastiques qui sont fixées sur un volant. Les cannes sont amenées par deux courroies sans fin cannelées dans le sens de leur longueur. Leur mouvement est rendu intermittent par un régulateur spécial, et de plus, elles sont comprimées par un poids agissant sur un levier. Les cannes sont arrêtées à leur bout au moment de la coupe par une plaque qui se trouve entre le couteau et le volant, disposition qui permet de couper les cannes très régulièrement. Observons encore que les cannes liées en faisceaux arrivent à cette plaque dans une position oblique, de manière à obtenir des sections biseautées.

B. DÉFÉCATION DU JUS.

Le jus appelé *vesou*, après un tamisage préalable, est généralement soumis à une simple défécation avec une petite quantité de chaux, ordinairement de 60 à 80 grammes par hectolitre de jus. Après l'avoir amené à la température d'ébullition, on décante le jus clair et on fait passer les écumes par des filtres-presses. On obtient 2 % d'écumes qui contiennent en moyenne, d'après les analyses de E. Riffard :

62,0 % d'eau, 5,5 % de sucre, 2,5 % de chaux, une quantité notable (15 %) de folle bagasse, 0,7 % d'azote à l'état d'albumine, 0,15 % d'acide phosphorique, etc.

(*) N. Z. XI, p. 97.

Ces écumes ont, d'après Riffard, une haute valeur nutritive pour le bétail et ne devraient jamais être employées comme engrais. Leur teneur en albumine et en acide phosphorique, calculée par 100 grammes de substance sèche, est supérieure même à celle de l'avoine et du foin. (Riffard ne paraît pas tenir compte de la forte dose de chaux que ces écumes contiennent et qui empêchera probablement leur emploi comme nourriture du bétail. F. S.)

E. Riffard donne quelques indications détaillées sur le travail de la défécation. Il combat vivement la tendance de certains fabricants d'exagérer la dose de chaux à la défécation. Il faut que le jus déféqué ne soit ni acide ni alcalin, il doit être strictement neutre. De même il faut éviter le danger qui consiste à laisser couler les jus alcalins boueux destinés aux filtres-presses dans des gouttières ouvertes exposées à l'accès de l'air ; il faut employer des conduites et des bacs clos, afin d'éviter l'action de l'air et l'abaissement de la température.

Observons aussi qu'à Demerara on soumet parfois le vesou à un traitement par l'acide sulfureux gazeux, précédant la défécation.

D'autre part, on a proposé l'emploi d'un réactif de composition inconnue, appelé **réactif Ferratjes** (*). Ce réactif est ajouté à froid, puis on neutralise par la chaux, on chauffe, etc. Il aurait pour effet d'enlever la majeure (?) partie des impuretés du vesou, de faciliter la cuite, la cristallisation, etc., tout en ne donnant que fort peu (!) d'écumes qu'il suffit d'enlever une fois par jour.

Avant de quitter ce sujet, nous croyons utile de dire quelques mots des expériences très intéressantes faites par M. Eijndman, et dont il a bien voulu nous accorder la primeur.

On avait admis jusqu'ici que le vesou contient une quantité plus ou moins importante d'albumine soluble, qui doit être coagulée par la défécation.

Or il résulte des expériences de Eijndman qu'il n'en est rien. *Le vesou clair ne contient jamais une trace d'albumine soluble.* Pour le démontrer, Eijndman a filtré à diverses reprises du jus de cannes. Cette filtration est une opération fort ennuyeuse, à cause de sa lenteur ; il faut au moins 15 filtres sur lesquels il faut continuellement verser le liquide trouble qui passe au commencement. Au bout d'un certain temps, le liquide commence à passer clair mais goutte par goutte, et l'on obtient finalement quelques centimètres cubes d'un liquide à réaction acide, et qui, après le chauffage, ne montre aucun flocon d'albumine. C'est une découverte très importante appelée à modifier profondément la théorie de la défécation admise jusqu'ici.

M. Eijndman a fait, en outre, des observations intéressantes sur la matière granuleuse qui se trouve dans le vesou et qui a été étudiée, il y a déjà longtemps, par **Icery** (**). Voici, d'après le dernier opérateur, les propriétés de ce corps :

Après qu'on a séparé l'albumine (?) par une température suffisamment élevée, il reste dans le vesou une matière organique complexe, précipitable par

(*) J. d. F. S. 24, n° 49 et 52.

(**) Voir *Nouveau Manuel du Fabricant de sucre* (Manuels Roret), 1868, page 388.

l'alcool et par l'acétate neutre de plomb, et très soluble dans les alcalis et les acides, même l'acide tannique. Isolée et épurée par plusieurs précipitations au moyen de l'alcool, cette substance est sans odeur ni saveur, blanche, amorphe, sans action sur la lumière polarisée, dégageant de l'ammoniaque lorsqu'elle est chauffée avec de la chaux ou de la potasse, déliquescence, quoique ne se redissolvant qu'en partie après avoir été isolée. Abandonnée dans l'eau, elle forme une solution trouble et visqueuse; mélangée à l'eau sucrée, elle rend également celle-ci visqueuse et paraît être la cause réelle de cette consistance visqueuse que prennent le vesou et le sirop avant de subir la fermentation. Cette matière, échappant aux agents qui sont employés pour purifier le vesou, s'accumule dans ce liquide et se retrouve en quantité considérable dans les sirops. C'est elle qui rend si difficile l'extraction du sucre de second jet, et qui peut provoquer dans les liquides une fermentation alcoolique très énergique. On pourrait même tirer profit de cette dernière propriété pour le travail des distilleries.

Icery n'indique rien sur la nature de cette matière granuleuse, qui, d'après Eijzman, n'est rien d'autre qu'un mélange de plasmé et de nucléus. Cette matière granuleuse, qui donne au vesou un aspect opaque, laiteux, exposée à une température de 25° à 32° C., fermente déjà au bout de 3 à 5 heures, alors que du vesou clair peut rester 10 ou 12 heures sans se décomposer. Du reste, ce dernier n'est soumis qu'à une lente fermentation visqueuse, alors que la matière granuleuse subit la fermentation alcoolique. Eijzman a découvert un excellent moyen pour éloigner cette matière granuleuse du jus de canne : le chlorure de calcium. Quand on ajoute une solution de ce réactif au vesou, la matière granuleuse se dépose au bout de 5 à 30 minutes sous forme de flocons d'un noir verdâtre, et l'épuration du jus devient beaucoup plus complète que par la chaux seule. La chaux enlève l'une moitié des substances organiques, et le chlorure de calcium transforme l'autre moitié de ces substances en sels de chaux insolubles, et cela presque quantitativement. De plus, l'addition de chlorure de calcium a pour effet de produire un jus plus clair, tout en donnant des tourteaux plus secs dans les filtres-presses.

C. ÉVAPORATION ET CUITE.

Après la défécation, les jus sont dirigés sur des filtres à noir animal, après avoir passé par un des tamis destinés à retenir la bagasse folle, qui est souvent entraînée. Il faut avoir soin de nettoyer fréquemment ces tamis pour empêcher les fermentations. Au lieu de noir animal, *E. Riffard* propose de se servir de bagasse provenant des moulins represseurs pour filtrer les jus.

A Demerara, on a même supprimé tout simplement l'emploi du noir en écumant seulement les jus pendant l'évaporation.

William Frank Browne (*) (*New-York*) s'est fait breveter pour divers procédés particuliers ayant pour but d'éloigner les écumes et d'autres impuretés qui se trouvent à la surface des jus pendant l'évaporation. Nous en dirons quelques mots. Dans l'un de ces appareils (fig. 262), on place dans un

(*) N. Z. XI, p. 172.

cylindre *u* un autre cylindre *u*, ouvert à ses deux extrémités en haut et en bas et placé à sa partie inférieure sur des pieds. Ce dernier cylindre est terminé à sa partie supérieure par un tamis conique *V* qui est en communication avec le cylindre *U* par une partie annulaire *V'*. Le jus étant introduit dans les deux cylindres *U* et *U'*, ce dernier est chauffé par deux serpentins qui sont indiqués dans la figure. Les écumes et autres impuretés s'accumulent dans l'espace annulaire *V'*, d'où elles sont éloignées par un trop-plein.

Une autre disposition est celle indiquée ci-contre en plan (fig. 263) et en coupe verticale (fig. 264). La chaudière à évaporer *K K K* présente un fond incliné *B B* sur lequel est disposé en spirale un tuyau à vapeur *D D* qui sert à chauffer le jus. Des tôles de séparation sont placées tout autour de ce tuyau et obligent le jus qui arrive au centre de passer le long de ce tuyau en spirale. Un injecteur à vapeur placé au centre du fond *B B* sert à produire un vide dans la chaudière afin d'accélérer l'évaporation. Une tôle perforée *S S* s'élève graduellement le long des bords du cylindre depuis le fond jusqu'au niveau du liquide et recueille les écumes qui sont éloignés également par un trop-plein.



Fig. 262.

Ajoutons que les appareils que nous venons de décrire font partie d'un brevet fort étendu que W. Browne a pris pour diverses installations servant à l'extraction, à l'épuration et à la concentration des jus.

L'évaporation des jus à l'air libre tend à disparaître de plus en plus et est remplacée par l'emploi du triple-effet et des autres perfectionnements introduits dans le travail du jus de betterave.

La conduite de ces appareils est absolument identique pour la canne, comme pour la betterave.

Malgré la grande pureté de la canne, qui ne contient, d'après *J. Rouf* (*), que 17 kilogrammes de cendres sur 1,000 kilogrammes de matières sèches, il importe de nettoyer fréquemment les tubes des caisses d'évaporation, car c'est la silice qui forme le plus souvent la majeure partie de ces cendres (d'après Rouf, 10 kilogrammes sur 1,000 kilogrammes de matières sèches de la canne), et, par suite, il y aura fréquemment des incrustations très notables. Au lieu de silice on y trouve cependant aussi fréquemment de l'alumine, du sulfate de chaux, etc. Le nettoyage des tubes se fait le plus souvent par une ébullition avec l'acide chlorhydrique. E. Riffard conseille de remplacer ce dernier réactif par la soude caustique ou le carbonate de soude.

La cuite se fait dans les fabriques modernes en grains exactement de la même façon que pour les jus de betteraves. Cependant il existe encore beaucoup de fabriques qui cuisent à l'air libre dans des *équipages* chauffés par la bagasse et de la paille de cannes.

(*) S. J. XXII, n° 15.

Mentionnons à ce sujet une invention faite par **Ernest Pra et Lepeyre** (*) (*Martinique*) dans le but d'économiser le combustible employé pour le chauffage des jus, et qui, du reste, peut être employé pour un foyer quelconque. Cet appareil, appelé *récupérateur Pra*, se compose d'une série de tuyaux en fonte, par lesquels passe la flamme du foyer avant de se rendre à la cheminée. L'air extérieur nécessaire à la combustion entre par une prise spéciale dans une chambre en maçonnerie qui contient les tuyaux dont nous venons de parler. L'air, après s'être réchauffé au contact de ces tuyaux rougis, passe par un canal en maçonnerie dans le cendrier disposé en dessous de la grille et dont la porte est hermétiquement fermée. Une disposition particulière permet aux tuyaux récupérateurs de s'allonger ou de se contracter sans se rompre, malgré le grand feu auquel ils sont exposés. Cei appareil, d'après Papin-Dupont, amène une forte économie de combustible ; la bagasse suffit alors seule pour le chauffage, et on n'a plus besoin de ramasser la paille, opération qui exige toujours beaucoup de dépenses et de main-d'œuvre. L'installation coûte 6,000 francs pour un moulin ordinaire.



Fig. 263.

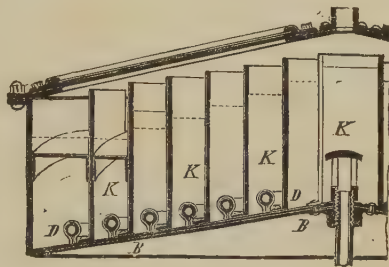


Fig. 264.

D. TRAVAIL DE LA MASSE CUITE.

Le turbinage des masses cuites ne présente rien de particulier. Il peut rendre, d'après E. Riffard, en moyenne :

60	kilogrammes de sucre brut par	100	kilogrammes de masse cuite	1 ^{er} jet.
30	—	—	100	— 2 ^e jet.
20	—	—	100	— 3 ^e jet.

Les sucres I jet sont blancs et polarisent 99° après avoir été traités par la clairce et la vapeur, ceux de II jet — 96° et ceux de III jet 80°.

La masse cuite de I jet contenait en moyenne 83 à 84 % de sucre, 5 à 6 % de glucose, 0,95 % de cendres et 6 % de matières organiques. La mélasse contenait 30 % de sucre, 27 % de glucose et 4 à 5 % de cendres.

Le séchage du sucre sortant des turbines se fait dans les colonies encore souvent d'une manière fort incomplète.

La conséquence en est que des fermentations s'y déclarent pendant la traversée et que le sucre titre beaucoup moins à l'arrivée qu'au départ. L'embal-

(*) J. d. F. S. 24, n° 34 et 36.

lage, qui se fait encore le plus souvent en boucauts (pour obtenir un boni à la tare), contribue puissamment à favoriser ces fermentations.

Le rendement total en sucre brut peut être estimé, pour la Guadeloupe (d'après Riffard), en moyenne à 9 % du poids de la canne.

Les frais de travail y sont par 1,000 kilogrammes de cannes en moyenne (en admettant un rendement de 10 % de sucre) :

Prix de 1,000 kilogrammes de cannes	fr. 22 90
Salaire des ouvriers	3 37
Frais généraux et personnel	3 08
Combustible : houille (en dehors de la bagasse).	2 72
Noir animal	0 34
Réparations et entretien	2 44
Huile, graisse, acides et approvisionnements divers	1 08
Eclairage	0 23
Sacs, boucauts et bacs roulants	1 34
Dépenses diverses	0 07
Frais d'expédition au port de départ et commission sur vente.	1 35
Droit colonial	3 »
Fret et frais	8 »
Total	fr. 49 92

Les recettes de la fabrique sont, au contraire :

77,6 kilogrammes de sucre I jet à 58 francs	fr. 45 »
16,4 id. id. II jet à 55 id.	9 02
6 id. id. III jet à 47 id.	2 82
27,1 id. de mélasse à 7 francs	1 89
Recettes totales	fr. 58 73
Dépenses totales	49 92
Soit bénéfice brut	fr. 8 81

par 1,000 kilogrammes de cannes.

Ces chiffres ne peuvent évidemment être considérés comme constants, ils sont très variables non seulement d'un pays à l'autre, mais encore entre les usines du même pays. La Martinique paraît avoir, par exemple, sous ce rapport, une situation beaucoup plus belle que celle de la Guadeloupe. Le revenu par 100 francs de capital y varie, dans les sucreries, de 12 à 47 francs.

Les procédés usités en Europe pour extraire le sucre des mélasses n'ont pas trouvé jusqu'ici d'application pratique dans les colonies. Dans ces derniers temps cependant, F. H. Eijzman a conçu le projet d'introduire la séparation de Steffen au Java, pour travailler non pas la mélasse, mais les égouts du premier jet.

Par cela on éviterait l'inversion du sucre, qui se produit si souvent dans les pays chauds, pendant le travail ordinaire des égouts, puis les pertes considérables en sucre qui reste dans la mélasse. Cela est important surtout

pour l'île de Java, où la mélasse ne vaut que 1 franc à fr. 1-50 les 100 kilogrammes pour les usines situées à proximité des distilleries, et même est invendable pour celles qui s'en trouvent éloignées. De plus, on aurait l'avantage de pouvoir produire tout le sucre en premier jet, puisque le sucrate de chaux rentre directement dans la fabrication quotidienne.

Le procédé Steffen offre cependant de graves inconvénients qui rendront fort difficile son application aux colonies. Nous rappelons en premier lieu la nécessité d'avoir à sa disposition une grande quantité d'eau froide, alors que l'eau de Java a en moyenne une température de 27° C. Il faudrait donc employer des moyens artificiels pour refroidir l'eau, ce qui augmenterait considérablement les frais d'établissement et de travail. En outre, le procédé Steffen appliqué aux égouts du premier jet exige beaucoup de chaux et de gaz carbonique.

On a émis aussi la crainte qu'une partie du sucre interverti contenu dans les sirops d'égout pouvait passer dans le saccharate formé. Des expériences récentes faites à ce sujet avec de la mélasse de canne ont effectivement démontré que $1/3$ à $1/2$ du glucose pouvait rentrer dans le saccharate. Cependant on aurait tort de s'émouvoir trop de cet inconvénient. D'abord il y aurait déjà un avantage évident dans l'élimination d'une partie du glucose, car c'est un fait connu que plus il y a de glucose dans un sirop, plus il s'en formera dans le travail des égouts. De plus, la lévulose peut être facilement détruite par l'ébullition calcique. (Quant à la dextrose, elle n'offrira que peu d'inconvénients.) Enfin il faut remarquer que les essais dont nous venons de parler ont été faits avec de la mélasse de canne, alors qu'en pratique on travaillerait des sirops d'égout contenant beaucoup moins de glucose.

Mais en pratique, d'après le procédé de *F. H. Eijdman*, le saccharate ne contiendra même pas du glucose du tout.

Voici en quoi consiste ce procédé :

On commence par déféquer le jus de canne avec de l'hydrate de chaux, de manière à faire disparaître tout le glucose.

Comme le vesou ne contient généralement que 0,05 à 0,5 % de glucose sur 15 à 19 % de sucre, cette opération durera de 4 à 8 minutes.

Puis on carbonate de manière à arriver à une alcalinité très faible, et on continue la fabrication de la façon ordinaire.

Les égouts qui proviennent du travail de la masse cuite sont soumis immédiatement à la séparation d'après le procédé Steffen et donnent un saccharate qui ne contient évidemment pas de glucose. On opère la dissociation en mélangeant ce saccharate au vesou, qui contiendra alors une quantité de chaux suffisante pour détruire tout le glucose. Il est vrai que ce dernier ne disparaît pas complètement, car il se transforme seulement en glucinate qui passe dans les sirops d'égout; mais de là il est complètement éliminé par le procédé de la séparation et disparaît dans les eaux mères.

Quant à la difficulté de se procurer de la chaux et de l'acide carbonique, elle n'est pas insurmontable. On pourrait facilement recueillir, comme cela se fait en Russie pour le bois, les produits de la combustion de la bagasse, qui contiennent une quantité notable d'acide carbonique. Il n'en faudrait pas beaucoup, du reste, par suite de l'application de la dissolution au saccharate.

D'un autre côté, il y aurait moyen de régénérer les écumes des filtres.

presses, d'après le procédé de Buisson (*voir cette Revue* p. 79) ou un procédé analogue (*voir aussi la régénération des écumes de strontiane*).

Reste la nécessité de refroidir l'eau. F. H. Eijzman espère également vaincre cette difficulté par l'application des pompes à air de Burekhardt, avec lesquelles on réussit à produire un vide équivalant à 4 millimètres de mercure ou à 0° centigrade, alors qu'un vide de 9 1/2 millimètres équivalant à 10° centigrades pourra déjà suffire pour le travail de la séparation.

Nous ne croyons pas avoir une compétence suffisante pour décider si le procédé que nous venons de décrire sera rémunérateur dans les pays où la mélasse n'a que peu de valeur (*). Mais en tout cas nous ne pouvons qu'applaudir à l'initiative énergique de F. H. Eijzman, qui ne se laisse décourager par aucune difficulté pour arriver à l'amélioration du travail du sucre de cannes, menacé sérieusement aujourd'hui par la concurrence formidable du travail des betteraves, qui est soutenu par les progrès de la science et les mesures fiscales des gouvernements du continent européen.

E. LE SUCRE DE BETTERAVE COMPARÉ AU SUCRE DE CANNE.

On prétend (**) que malgré tous les soins du raffinage le sucre de betteraves restera toujours inférieur à celui des cannes pour certaines industries, telle que la fabrication du lait condensé. On a cherché, par suite, à trouver un moyen pour pouvoir distinguer ces deux espèces de sucre. On a observé que le sucre de betteraves contenait toujours des traces d'acide chlorhydrique ou d'ammoniaque. Ce dernier peut être constaté par le réactif de Nessler. Pour reconnaître des traces d'acide chlorhydrique, on humecte un morceau de sucre avec une solution de diphénylamine (1 milligramme pour 10 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré), et l'on observe s'il se produit des taches bleues.

D'un autre côté, si l'on colore une solution de sucre de betterave en bleu par de l'indigo carmin, on ne peut concentrer jusqu'à une consistance un peu ferme sans que cette nuance bleue se transforme en vert ou sans qu'elle disparaisse complètement. Cela indique peut-être qu'il y a des traces de glucose qui se comporte d'une manière analogue.

Le journal anglais *The Sugar Cane* (XVII, n° 186) va même plus loin, en soutenant que le sucre de betteraves est beaucoup moins doux que celui obtenu de la canne; 1 kilogramme de sucre de canne équivaldrait sous ce rapport à 1 1/4 ou même 1 1/2 kilogramme de sucre de betteraves.

Ce journal engage le comité des Indes occidentales à faire un essai pratique à ce point de vue dans les établissements publics où le sucre s'emploie *ad libitum*. Nous applaudissons à l'idée de cet essai, qui donnera cependant, croyons-nous, des résultats tout opposés à ceux qu'on en attend. En tout cas, il importe de vider cette question une fois pour toutes.

(*) Dans les pays où la mélasse de cannes a une grande valeur pour la fabrication du rhum et du tafia, il nous paraît certain que le procédé de la séparation ne pourra être avantageuse, surtout maintenant que le prix du sucre est si peu élevé.

(**) *Bayerisches Industrie und Gewerbeblatt*, par B. d. A. C. I., n° 12.

SUPPLÉMENTS.

I. — LE SUCRE DE SORGHO.

Depuis un certain nombre d'années, on a fait des efforts nombreux dans différents pays pour arriver à une extraction économique du sucre de sorgho comme concurrent du sucre de canne et de betterave. C'est surtout aux États-Unis d'Amérique que ces tentatives se poursuivent avec beaucoup de zèle et sont vivement encouragées par le gouvernement de ce pays.

Il nous est difficile de décider si ces efforts ont abouti, les avis sur cette question étant fort partagés.

D'après l'avis de **F. L. Stewart** (*) (*Murrysville, Pensylvanie*), qui a inventé lui-même un procédé de fabrication du sucre de sorgho, cette fabrication est fort lucrative, puisque le sucre de sorgho peut être obtenu au même prix que le glucose, soit à 2 1/2 centimes la livre (fr. 28-55 les 100 kil.). Les procédés de travail sont encore fort primitifs, puisqu'on évapore et cuit généralement à air libre. On a essayé cependant aussi la cuite dans le vide.

Le sucre de sorgho obtenu par Stewart est bien cristallisé, les grains sont fins, mais nets; la nuance du sucre est jaune paille. Son goût rappelle celui des bons sucre de canne. L'analyse a donné :

Sucre 92,90, glucose 2,56, eau 1,85, cendre 0,66, matières organiques 2,03 ; total 100.

La dépense pour la culture et la récolte du sorgho en Pensylvanie est de 10 1/2 dollars par acre (**) (136 francs par hectare), sans compter l'intérêt du sol, qui varie de 3 à 6 dollars par acre, et les frais pour enlever les feuilles des tiges, qui se montent à 1 dollar.

La récolte en tiges de sorgho est de 8 à 35 tonnes par acre (20,000 à 88,000 kil. par hectare). Le rendement en graines (qui donnent une bonne farine) est de 12 à 40 bushels (***) par acre qui valent, moulues ou passées à la vapeur, 1 dollar le bushel, et sont employées comme nourriture des pores et du bétail.

100 kilogrammes de tiges de sorgho étêtées et taillées rendent 65 % de jus de 1,060 de densité et qui contient 12,5 % de sucre. 100 kilogrammes de ce jus donnent 18,6 kilogrammes de masse cuite rendant 8,2 kilogrammes de sucre en premier jet et 10,4 kilogrammes de sirop d'égout. Ce dernier peut être recuit et rend alors encore 4,2 kilogrammes de sucre et 3,7 kilogrammes de mélasse. Le rendement total par 100 kilogrammes de cannes de sorgho est donc de 8 kilogrammes de sucre et de 2,4 kilogrammes de mélasse.

Les frais de fabrication sont environ de 7 francs par 1,000 kilogrammes de tiges, ou de fr. 11-40 par 100 kilogrammes de sucré au maximum.

Plusieurs brochures envoyées par **Blakeley** (*Wisconsin*) contiennent également des renseignements très intéressants sur la culture du sorgho.

(*) J. d. F. S. 1883, n° 23.

(**) 1 acre = 40,467 ares.

(***) 1 bushel de graines de sorgho pèse environ 25 kilogrammes.

Voici quelques faits constatés par une commission de l'Académie nationale :

Le sorgho, arrivé à maturité, renferme le maximum de sucre de canne, associé avec un dixième de son poids de glucose et à peu près un cinquième d'autres matières solides. La richesse maxima en sucre de canne est de 14 à 16 p. c. du jus exprimé.

Après la maturité (qui se reconnaît facilement par l'examen des graines), la richesse du sorgho reste stationnaire même pendant une période de trois mois ou plus, pourvu que la saison ne change pas. Les résultats les plus favorables ne sont cependant obtenus que lorsque la canne mûre est mise en œuvre dans les 24 heures de la coupe. Le sol le plus favorable à la culture est le sol argilo-sableux.

En fabrication, on perd 40 p. c. du jus dans la bagasse. Celle-ci peut servir comme combustible, comme pâte à papier ou comme engrais. Les écumes provenant des défécations sont riches en principes fertilisants.

122 analyses ont donné en moyenne :

Sucre 16,18 p. c., glucose 1,80 p. c., sucre extractible 17,30, jus obtenu 58,57 p. c.

Le nombre de jours exigés par les diverses variétés de sorgho pour arriver à la maturité est très variable. Pour le « Early Amber », il est de 77 jours, et pour la « New Variety », de 172 jours. La durée de fabrication est de 99 jours pour la première, et seulement de 7 jours pour la deuxième variété.

Le froid n'a pas d'action sensible sur le sorgho mûr, mais est très nuisible avant la maturité, à cause des fermentations qui se développent.

Il existe plusieurs fabriques de sucre de sorgho. Celle dite « The Rio grande Sugar works » travaille 150 tonnes de sorgho par jour. Le sorgho récolté polarisait de 9 à 15 p. c. de sucre ; mais le rendement réel n'était que de 4 p. c. environ.

Ces tiges de sorgho sont écrasées par 5 cylindres de 0^m,76 de diamètre ; l'évaporation se fait à l'air libre, la cuite dans le vide.

Une autre fabrique se trouve à **Champaigne** (*Illinois*). Les tiges y sont écrasées dans un moulin (Cuba n° 4), puis arrosées d'eau chaude et passées dans un second moulin. La cuite se fait également dans le vide.

L'analyse du jus d'un sorgho « Early orangé » (24 octobre) a indiqué : sucre 10,82, glucose 3,54, et a rendu en sucre 5,12 p. c. du poids des tiges.

Le jus de l'« Amber Cane » (21 septembre) contenait en moyenne : sucre 8,20 p. c., glucose 3,63 p. c., et en maximum : sucre 10,17 p. c., glucose 2,48 p. c.

Weber et Melville Sovell ont constaté que le jus de sorgho est acide dans les conditions normales. Il se produit, par suite, une inversion notable pendant le courant de la fabrication, et le sirop d'égout ne contient presque plus de sucre.

L'emploi de la chaux est donc indispensable, pour éviter de grandes pertes. Puis on filtre sur le noir et on évapore. La masse cuite obtenue dans un essai fait par les industriels en question avait un goût salin très désagréable dû à des sels ammoniacaux, et le sucre cristallisé a conservé ce même goût.

Les frais de culture, de transport et de fabrication sont estimés par eux à 483 francs par hectare. Le rendement par hectare est de 670 kilogrammes de

sucré et de 374 litres de mélasse. La récolte des graines et leur travail coûtent, de plus, 123 francs environ par hectare, mais rapportent 566 kilogrammes de glucose.

La production du sucre de sorgho aux États-Unis a été estimée à 560,000 kilogrammes pendant l'année dernière; mais ce chiffre nous paraît exagéré.

Nous ajoutons ici encore quelques renseignements personnels qui nous ont été transmis par **M. Lewis S. Ware** (*) (*Philadelphie*). D'après cet auteur très compétent, la fabrication du sucre de sorgho n'a pas d'avenir en Amérique. Il résulte de plus de 5,000 analyses faites sur les différentes variétés de sorgho, que celui-ci contient toujours des quantités considérables de glucose, atteignant souvent celle du sucre de canne. Le coefficient de pureté est de 63 en moyenne. Comme le jus du sorgho (lequel n'est, en réalité, qu'une variété de canne à sucre) est toujours acide, les tiges ne se conservent que 24 heures au plus; la fabrication du sucre de sorgho est donc fort chanceuse et, par suite, nullement rémunératrice.

Des essais pour fabriquer le sucre de sorgho ont eu lieu également en Italie et en Russie, mais il paraît qu'ils n'ont pas eu le succès que l'on en attendait. Ainsi le sorgho cultivé par le prince **Repnine à Jagotine** (**) (*Pultava, Russie*) accusait à l'analyse 14,2 % de sucre et 3,5 % de glucose; celui cultivé à *Jampol* ne contenait presque que du glucose; celui de *Berditchev* (Kiev, Russie) a été gelé. On va cependant continuer ces essais à Kiev. A cet effet, on a fait venir de Buffalo (Amérique) 4 presses avec des appareils d'évaporation, afin de se rendre compte si la fabrication du sucre de sorgho était possible en pratique.

On a essayé la culture du sorgho également à *Alexandrowske* (***) (gouv. Tchernigov, Russie). Le sorgho y a été semé en poquets contenant chacun 4 à 6 semences et distants entre eux de 0^m,70. Les lignes ont été tracées à une distance de 0^m,90. Les résultats de cet essai ne nous sont pas connus.

Somme toute, on voit que malgré les difficultés qu'elle a rencontrées partout, la culture du sorgho n'est nullement abandonnée ni en Amérique, ni en Russie. Quelques voix s'élèvent même dès aujourd'hui pour conseiller l'introduction de cette culture en France, en Allemagne (†) et en Belgique.

Ces tentatives aboutiront-elles à un but pratique? C'est ce que l'avenir nous apprendra! Nous pouvons dire seulement que jusqu'ici le sucre de sorgho ne peut être considéré comme un rival sérieux du sucre de canne et de betterave.

II. — LA FABRICATION DU MALTOSE.

La plupart des fabriques de sucre ne restent en activité que pendant 6 mois tout au plus, et chôment pendant le reste de l'année. On s'est donc posé bien souvent la question de trouver un moyen d'utiliser avantageusement les bâtiments et les appareils des sucreries pendant les mois de chômage.

(*) On trouvera des dates intéressantes dans la brochure de M. Ware intitulée : *A study of various sources of sugar*.

(**) Sap. XIII, p. 138 et 459.

(***) Sap. XIII, p. 375 et 446.

(†) N. Z. XII, p. 53.

Léon Cuisinier (*) croit avoir résolu ce problème, en proposant la fabrication du maltose, qui peut acquérir une grande importance pour la brasserie et le sucrage des vins.

Les installations nécessaires pour cette fabrication dans une sucrerie ordinaire n'exigeraient qu'un capital supplémentaire de 35,000 francs, qui donnerait un bénéfice de 1,000 francs environ pour un travail de 10,000 kilogrammes de maïs, en comptant le prix de ce dernier à 17 francs les 100 kilogrammes, et celui du sirop de maltose (33° Baumé) à 32 francs les 100 kilogrammes. De ce bénéfice il faut déduire la prime de brevet.

Un grave inconvénient paraissait s'opposer jusqu'ici à cette fabrication. On craignait que l'évaporation dans des appareils de fonte ne colorât en noir le maltose ; mais il paraît prouvé maintenant que la rouille de la fonte seule produit cet effet, et qu'il suffit, par suite, de nettoyer fréquemment l'appareil d'évaporation pour éviter cette dépréciation dans la valeur du maltose.

Rectification. MM. A. Conreur et N. Crombez (à Raismes-lez-Valenciennes, Nord) nous font remarquer que la machine à aiguiser représentée à la page 118 (fig. 112) a été inventée par eux et non pas par M. Paschen, qui n'est que leur représentant en Allemagne pour la vente de cette machine. F. S.

(*) J. d. F. S. 24, n° 1 ; S. I. 24, n° 4.

DEUXIÈME PARTIE

LA CULTURE DE LA BETTERAVE

CHAPITRE I

INSTRUMENTS AGRICOLES

Il y a eu, dans ces dernières années, beaucoup de controverses sur la question de savoir s'il y a avantage à remplacer les charrues ordinaires par des charrues à vapeur (*), et quel est le meilleur système de ces dernières.

Plusieurs concours ont été organisés dans ce but, parmi lesquels nous citons ceux de Banteln (Hanovre), d'Agard (Hongrie) et de Lundenburg (Moravie). Les résultats de ces concours ainsi que les données pratiques, publiées dans les journaux spéciaux, ont démontré d'une manière indubitable les avantages des charrues à la vapeur pour labourer la terre uniformément et profondément, et parmi les différents systèmes proposés, ce sont les charrues à vapeur de **John Fowler et Co** qui sont sorties vainqueurs de toutes les épreuves. — Fowler, qui, il y a déjà dix ans, a été appelé le roi des charrues à vapeur, a, dans ces derniers temps, perfectionné ses charrues de manière à défier toute concurrence. Il a adopté le système des machines Compound, dans lesquelles la vapeur agit à haute pression dans un petit cylindre, puis passe dans un grand cylindre, où elle agit à faible tension ; c'est un système très économique. Puis il a adopté un système particulier pour régler la largeur et la profondeur de la bande détachée par la charrue, et enfin il se sert du système d'éclairage au pétrole de Gerland. Une autre disposition nouvelle (**) permet de transmettre le travail de la machine à plusieurs outils, sans que les courroies traînent sur le sol.

Voici les résultats obtenus à Agard avec deux charrues de Fowler, et l'évaluation des frais de travail.

a) *Système à deux machines*, de 14 chevaux.

On a labouré pendant 10 heures à une profondeur de 0^m,25 à 0^m,30 une surface de 9,456 hectares d'une bonne terre. L'appareil coûtait 62,000 francs et était supposé travailler 120 jours par an, en comptant 20 % pour l'amortissement et l'intérêt.

En partant de ces données, les frais furent évalués comme suit, par 10 heures de travail :

(*) O. 21, p. 821 et N. Z. 10, p. 53, 99 et 196.

(**) D. Z. I. 9, n° 6.

2,400 kil. de houille à 28 francs	fr. 67 »
Huile et suif	5 30
1 voiture pour la houille et 2 pour l'eau	16 70
1 mécanicien et 2 chauffeurs	15 »
1 conducteur de charrue	6 50
Amortissement et intérêts	103 30
	Fr. 213 80

soit fr. 22-60 (*) par hectare.

b) *Système à une machine de 10 chevaux.*

On a labouré pendant 10 heures à une profondeur de 0^m,25 à 0^m,27 une surface de 5,340 hectares en consommant 187 kilogrammes de houille par hectare.

En comptant 27 % d'amortissement et d'intérêt pour cet appareil qui coûte 46,000 francs, on arrivait à évaluer les frais de travail à 149 francs par jour ou fr. 27-80 par hectare.

Le travail était excellent dans les deux cas.

Il paraît, d'après ces essais, que le système à deux machines est plus avantageux que celui à une machine; cependant s'il s'agit de labourer à de grandes profondeurs, le dernier paraît être préférable.

Les données pratiques publiées par **Rimpau** (*Schlanstädt*) *Nathusius* (*Sonnmerschenburg*) et celles publiées sur le travail du domaine de Bellye (Hongrie) confirment ces indications. A Bellye, on a constaté que le travail fourni par les charrues de Fowler augmentait considérablement à mesure que les ouvriers avaient acquis plus d'expérience.

En même temps, le rendement des terres augmentait notablement par la culture à la vapeur, savoir :

Pour l'orge	de 37 %
— les betteraves.	27 %
— le froment.	20 %
— le maïs.	12 %
— l'avoine.	1 %

par suite de l'ameublissement plus profond de la terre.

Parmi les charrues ordinaires, nous ne trouvons guère de nouveautés. Citons cependant:

Lenz (**) (*Paris*), qui construit une nouvelle charrue défonceuse, paraissant avoir donné de bons résultats à l'épreuve pratique. L'axe de la charrue Lenz porte en avant une petite charrue ordinaire et en arrière une charrue système Bonnet.

La profondeur obtenue peut varier de 30 à 50 centimètres. Sur une profondeur de 0^m,39 et une largeur de 0^m,39, l'effort moyen mesuré au dynamomètre a été de 864 kilogrammes, soit 56^k,80 par décimètre carré. Ce résultat

(*) Les journaux allemands donnent le chiffre de fr. 24-50, mais il y a une erreur dans le calcul. F. S.

(**) *Journal d'Agriculture pratique*, 1884.

est assez satisfaisant, et la charrue peut être employée avantageusement dans les contrées où pareille profondeur de défoncement est permise.

Circhowski (*) (*construction Lepeletier, Paris*) a doté la machinerie agricole d'une herse, dite à clavier. Montée sur trois roues et munie d'un levier, elle donne à volonté un hersage plus ou moins énergique. Les dents indépendantes les unes des autres sont mobiles autour d'une tringle en fonte et viennent s'appuyer sur l'essieu des deux roues de derrière ; ce dernier est coudé et commandé par le levier servant à régler la profondeur. — Toutes les dents rabattues, cet instrument constitue une herse, se prêtant aux inégalités du terrain, mais l'instrument peut aussi être employé à biner toute culture en lignes ; il suffit, à cet effet, de relever sur une barre fixe qui se trouve à l'avant de l'instrument 2, 3 ou 4 dents suivant l'écartement des lignes ; on a alors une houe à travail plus ou moins grand. Un gouvernail placé sur la roue d'avant permet au conducteur de diriger très exactement la marche de l'instrument. — Peut être utile pour donner des binages superficiels, et dans des terres relativement propres.

J. Smyth et fils (**) construisent un semoir nouveau, qui est leur ancien semoir à graines et à engrais, très heureusement modifié. Avec leur ancien semoir, la petite quantité d'engrais répandue en même temps que la graine, par des tubes distincts et par des socs indépendants les uns des autres, se trouvait enterrée un peu plus profondément que la graine. De cette façon, les racines de la jeune plante plongeaient dans l'engrais et acquéraient une vigueur de végétation plus grande que lorsque tout l'engrais était semé à la volée. Cependant, ce système de superposition de la graine à l'engrais présentait des inconvénients que l'on reconnut bien vite : — levée parfois laborieuse, résultant du trop profond enfouissement de la graine rendu facile dans un sol très ameubli par le passage du soc à engrais ; — dans certains cas, levée irrégulière par le fait que l'engrais retient l'humidité qui monte par capillarité et laisse ainsi la graine exposée à manquer de la fraîcheur nécessaire à la germination. J. Smyth et fils ont obvié à ces inconvénients en plaçant dans leur nouveau semoir le soc à graine un peu sur le côté du soc à engrais, au lieu de faire suivre à tous les deux la même direction, comme précédemment. La graine est semée à une petite profondeur régulière et recouverte d'une légère couche de terre par le rouleau qui suit chaque rang du semoir.

F. Lipinsky (***) (*à Schönwald*) a construit une rasette à deux couteaux, lesquels peuvent être placés dans diverses positions selon qu'il s'agit de débarrasser les jeunes plantes des mauvaises herbes ou de rendre les terres (surtout les terres glaises) plus meubles quand elles ont été sou-mises, après de fortes pluies, à une chaleur intense.

On peut s'en servir aussi pour démarier les betteraves.

Cette rasette se compose d'un manche en bois, d'une fourche en fer et de deux couteaux en tôle d'acier. A la partie supérieure de chaque couteau se trouve fixé une espèce de boulon qui se termine en vis, sur

(*) J. d. F. S. 24.

(**) J. d. F. S. 25, n° 5.

(***) N. Z. XI, p. 127.

laquelle on peut fixer un écrou à ailes. Le boulon s'engage dans une pièce annulaire qui fait partie de la fourche, et qui présente à sa partie inférieure plusieurs fentes d'une profondeur de 3 millimètres, dans lesquelles s'engagent les couteaux. Pour donner à ceux-ci une autre position, on dévisse un peu l'écrou, de façon que le boulon s'abaisse de quelques millimètres, puis on remet le couteau dans une autre fente de la pièce annulaire et on fixe de nouveau l'écrou.

Lenz (*) (*à Paris*) vient d'imaginer aussi une arracheuse de mauvaises herbes. L'appareil, monté sur deux roues, se compose d'un tambour d'une longueur d'un mètre environ et de 0^m,27 de diamètre, armé de trois peignes en acier destinés à saisir les plantes et à les arracher. Le mouvement donné par une des roues se transmet au tambour par le moyen d'engrenages; un excentrique abaisse les peignes au plus bas de leur course de façon à leur permettre de saisir les plantes. Leur office rempli, les peignes rentrent dans le tambour et abandonnent dans une huche les herbes arrachées. Un levier permet de rapprocher plus ou moins du sol, suivant la hauteur des herbes à saisir. Le conducteur peut, de son siège, embrayer et débrayer. Surtout employé dans les semis à la volée, cet instrument peut être utile dans les semis en lignes, lorsque les mauvaises herbes croissant dans la ligne, sont de plus haute taille que les plantes cultivées.

Citons aussi l'éclaircisseuse-placeuse d'**Olivier-Lecq** (*) (figure 265), avec laquelle on peut travailler deux lignes à la fois sur terrain plat ou sur billon. On voit sur la figure, presque en son milieu, un bâti rond ou un disque vertical formé d'un moyeu et de deux cercles concentriques en fer plat reliés entre eux par six bras rayonnants.

Ces deux cercles sont percés chacun de 24 trous également distants correspondant deux à deux. Dans ces trous, on enfle la tige droite de chaque lame éclaircisseuse qui peut être soit triangulaire, comme dans la figure, soit rectangulaire. On peut faire tourner cette tige autour de son axe longitudinal rayonnant de façon que la même lame coupe suivant la largeur désirable; elle est maintenue par une vis de pression. On peut placer ainsi 2, 3, 4, 6, 8 ou 12 lames, ce qui permet de régler, dans une large mesure, l'écartement des coupées. après avoir déjà réglé leur largeur en tenant compte de l'avancement de la lame rotative, avec tout le corps de l'instrument; chaque point de tranchant d'une lame décrit dans l'espace une hélice, puisque la lame a simultanément un mouvement rectiligne de translation uniforme et un mouvement circulaire, normal au premier et de même loi. Avec ce double règlement, très simple, on peut laisser sur chaque ligne des touffes d'égales longueurs également espacées.

Voici comment les disques éclaircisseurs reçoivent leur mouvement de rotation. Sur l'essieu qui tourne avec les deux roues porteuses d'arrière, est calée une roue d'engrenage droite, en conduisant une autre semblable,

(*) *Journal d'Agriculture pratique*, 1884.

(**) *Journal d'Agriculture pratique*, 45, n° 13. (J. A. Grandvoinnet.)

fixée sur un arbre placé parallèlement à l'essieu, un peu en avant de celui-ci, sur le bâti porte-éclaircisseurs. Sur cet arbre sont fixées deux roues coniques égales conduisant chacune un pignon de même forme calé sur l'extrémité postérieure de l'arbre d'un disque éclaircisseur. (L'engrenage conique de l'éclaircisseur de droite est seul visible sur la figure.) On peut écarter plus ou moins les arbres des deux disques éclaircisseurs pour travailler des lignes de divers écartements.

Le châssis qui supporte les éclaircisseurs et l'arbre des roues coniques dentées, est indépendant de celui que supportent les trois roues de transport, et il peut tourner tout d'une pièce autour de l'axe de l'essieu ; de sorte qu'on peut le faire descendre plus ou moins pour régler l'enture des lames éclaircisseuses. Voici la description de ce mécanisme de

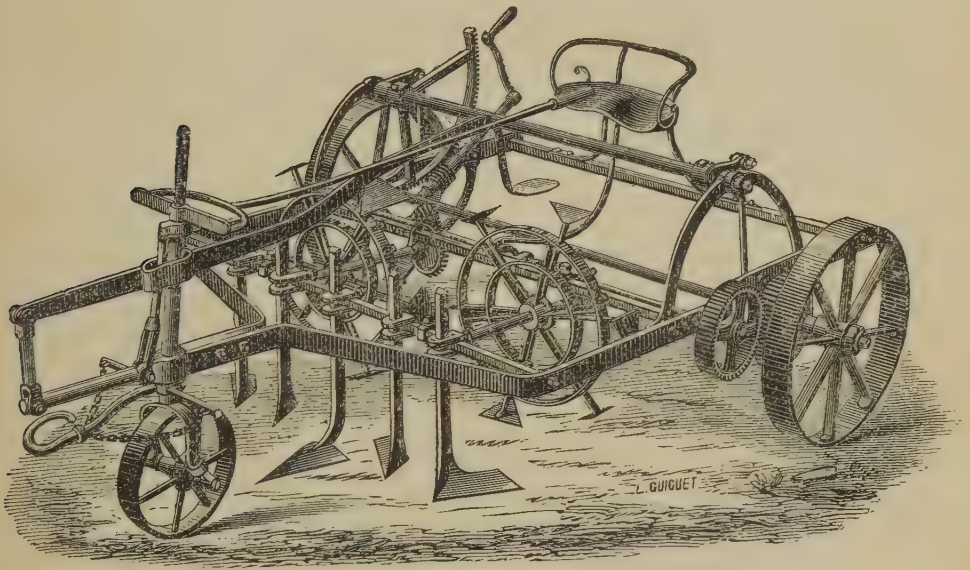


Fig. 265.

règlement. Le châssis porte-disques a ses limons latéraux enfilés sur l'essieu et leurs extrémités d'arrière sont suspendues par deux bielles verticales dont l'une, celle de gauche, est très visible, à droite de la figure, au-dessus de la paire de roues d'engrenages cylindriques placées contre la roue porteuse de gauche. Ces bielles sont articulées en haut à deux oreilles ou manivelles fixées sur un arbre supporté en l'air par deux paliers en demi-cercles boulonnés sur le bâti des roues porteuses. A côté de l'oreille de la bielle de droite est calé, sur le même arbre, un secteur d'engrenage qui entraîne, quand il tourne, l'arbre sur lequel il est fixé et, par suite, les bielles qui supportent l'arrière du bâti inférieur *porte-éclaircisseurs*. Pour faire tourner ce secteur denté, il suffit d'agir, dans le sens voulu, sur la manivelle vue tout en haut de la figure. Cette manivelle est calée à l'extrémité d'un arbre incliné muni d'une vis sans fin qui actionne

l'arc denté en multipliant la force de l'homme. Grâce à ce mécanisme, le conducteur peut régler exactement la profondeur à laquelle pénètrent les lames éclaircisseuses, en sol plat comme en terre billonnée.

La roue porteuse d'avant peut pivoter dans une douille du bâti, autour d'un axe vertical, et suivre ainsi la direction que lui imprime le conducteur à l'aide d'un gouvernail dont la barre, enfilée sur une partie carrée du haut de cette tige, est solidaire de la tige même. Le manche du gouvernail va jusqu'au siège du conducteur à l'arrière.

L'appareil tout entier peut être déterré brusquement, soit pour tourner à chaque bout du champ, soit pour élever assez les éclaircisseuses pour qu'elles ne puissent toucher aux portions de lignes trop claires déjà, pour avoir besoin d'être éclaircies. Pour cela, le conducteur, assis sur le siège, n'a qu'à appuyer du pied droit sur une pédale, visible sur la figure au-dessous de la manivelle réglant l'entrure. Cette pédale est à l'extrémité du grand bras d'un levier, prenant son point d'appui sur l'avant-train, et dont le petit bras, en avant de l'appareil tout entier, est articulé à une bielle qui soulève l'avant du bâti de transport en le faisant glisser le long de la tige pivotante verticale de l'avant-train; une seconde bielle, placée contre cette tige, en participant à ce mouvement d'élévation, vient soulever la barre du gouvernail et la dégager de la partie carrée de la tige pivotante, qui est ainsi rendue indépendante du gouvernail. On peut donc alors faire tourner très court tout l'instrument, pour commencer l'éclaircissage de deux nouvelles lignes de betteraves.

Enfin M. Olivier-Lecq place des pieds sarcleurs et bineurs pour travailler au besoin l'entre-deux des deux lignes en éclaircissage et, à droite et à gauche, un demi-interligne.



Fig. 266.

Au besoin, on peut transformer cet appareil en une simple marqueuse ou placeuse pour indiquer, par des traits obliques sur les rayons placés parallèlement, la place des plants à repiquer : betteraves, porte-graines, etc. Pour cela, les lames éclaircisseuses sont remplacées par de simples pointes traceuses.

De Beaurepaire (*) a imaginé un arracheur de betteraves à main (fig. 266) consistant en une longue et étroite lame d'acier; immédiatement sous la douille,

(*) J. d. F. S. 24, n° 35.

l'instrument s'élargit en un double hache-pied, donnant, lors du coup d'abatage, un point d'appui solide sur le sol, et empêchant le recul de l'instrument. A cause de sa lame étroite, cet instrument est facile à enfoncer dans le sol, il soulève peu de terre; est utile surtout par les temps humides; blesse peu les racines; n'amasse pas de débris des feuilles. Prix modique : fr. 3-50.

Olivier-Lecq a inventé, lui aussi, un arracheur de betteraves attelé (fig. 272), dont nous donnons le dessin plus loin.

La fixation de la tare est souvent une cause de mésintelligence entre le cultivateur et le fabricant. La présence du cultivateur à l'opération est le seul moyen de faire accepter sans récriminations le résultat obtenu. Deux conditions sont nécessaires à cette pratique : la rapidité et la perfection. Le laveur de racines à mains du **C^{ie} de Beaupaire** (*) (fig. 267 et 268) semble satisfaire

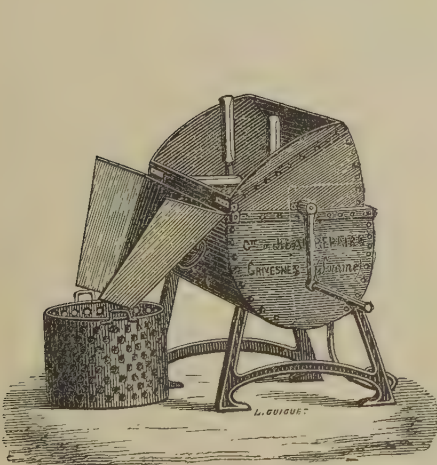


Fig. 267.

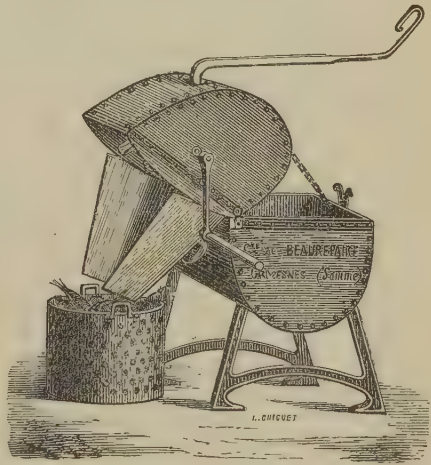


Fig. 268.

à ces deux conditions. Le laveur se compose de deux caisses en tôle; l'une extérieure recevant la seconde en tôle perforée dont le fond reste à un ou deux décimètres du fond de la première. Les caisses sont reliées entre elles suivant l'un de leurs grands côtés au moyen d'une tringle-charnière. Sur le côté libre de la caisse perforée se trouve un levier; un autre en fonte, sur lequel se fixent, au moyen de vis de pression, des douilles mobiles recevant des palettes en bois, tourne dans la caisse perforée; c'est l'organe actif du laveur. C'est la reproduction en petit des lavoirs usités en sucrerie. Le lavage des betteraves achevé, ce qui se constate *de visu*, un simple mouvement de bascule suivant la charnière et donné au moyen du levier, vide instantanément le laveur; les racines lavées sont reçues dans un égouttoir quelconque à claire-voie.

La figure 267 représente le laveur dans sa position ordinaire, la figure 268 le même laveur au moment de la vidange. (Ajoutons que MM. Ch. Bureau et

(*) J. d. F. S. 24, n° 35.

C^{ie} (Lille) sont seuls chargés de la vente de cet appareil pour la France et la Belgique.)

M. **Durieux** (*) (*Thisnes-lez-Hannul*) recommande le semoir-distributeur d'engrais inventé par lui, et qui aurait pour principal avantage d'effectuer cette distribution uniformément.

A cet effet, les réservoirs d'engrais possèdent au bas de la paroi antérieure, une partie mobile projetant au dehors des quantités égales d'engrais dans des intervalles égaux. A chaque pulsation de cette partie mobile, l'engrais tombe sur un plan incliné conduisant au tube distributeur correspondant. Pour assurer la descente de l'engrais et régulariser la répartition, le plan incliné est vivement secoué de droite à gauche. Il a la forme d'une nochière fermée par une porte, facilitant les inspections sur toutes les parties du mécanisme. En outre, celles-ci sont aisément accessibles, faciles à réparer et à remplacer. La quantité d'engrais tombant à chaque pulsation est réglée par un dégorgeoir à ouverture variable. Le mouvement de la nochière et celui de la plaque mobile produisent des sons avertissant l'oreille de l'état des organes et de la justesse de fonctionnement de l'appareil.

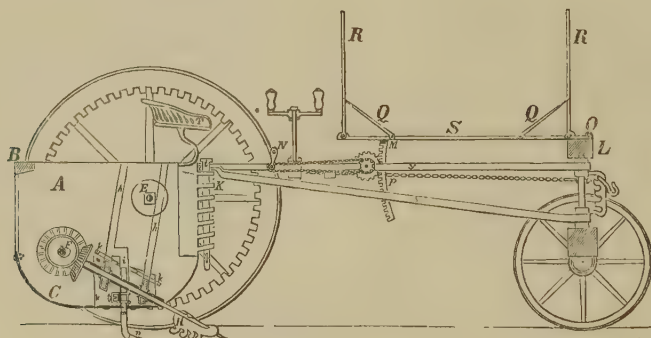


Fig. 269.

Enfin nous donnons à simple titre de curiosité une description de plusieurs nouveaux procédés de culture, inventés par **Albin Fasan** (**) (*de Neuschloss, près de Brünn, Bohême*), mais dont l'application en pratique nous paraît fort difficile. L'auteur avoue lui-même que des collègues auxquels il a développé ses idées, ont douté de ses facultés intellectuelles.

Voici en quoi consiste ce mode de travail :

Fasan propose d'abord l'application d'une houe à vis (fig. 269) dont l'avant-train est guidé au moyen de deux alidades R R que l'ouvrier assis sur le siège T doit observer sans relâche, de manière à faire suivre à la houe une ligne *absolument droite*. Des couteaux H, d'une forme particulière et qui tournent autour de leur axe, ameublissent la terre qui entoure la betterave, sans toucher à celle-ci. Le démariage des jeunes plantes peut se faire aussi avec cet instrument, sous la condition, bien entendu, que les lignes de betteraves se trouvent

(*) S. B. 11, n° 6.

(**) O. 21, p. 199.

en lignes absolument droites et parallèles entre elles, et que la machine marche dans une direction rigoureusement verticale sur ces lignes. Mais ce sont là des conditions qu'il ne sera probablement jamais possible d'atteindre en pratique.

Une deuxième idée de Fasan est de former sur la terre qu'il s'agit de préparer en automne, au moyen de simples outils en bois, des ados (fig. 270), que l'on défonce à leur crête sur une profondeur de 5 à 6 centimètres, de manière à obtenir les creux *a a*.

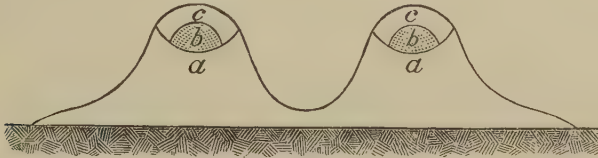


Fig. 270.

Dans ces creux, on dépose des balles plongées préalablement dans du purin *b b*, puis on couvre le tout avec de la terre *c c*. Cette disposition aurait pour effet le délitement complet de la terre pendant l'hiver, de façon qu'au printemps la terre serait très appropriée pour la culture des betteraves.

La troisième invention de Fasan est une machine destinée à arracher les betteraves mûres. Cette machine coupe d'abord la tête des betteraves au

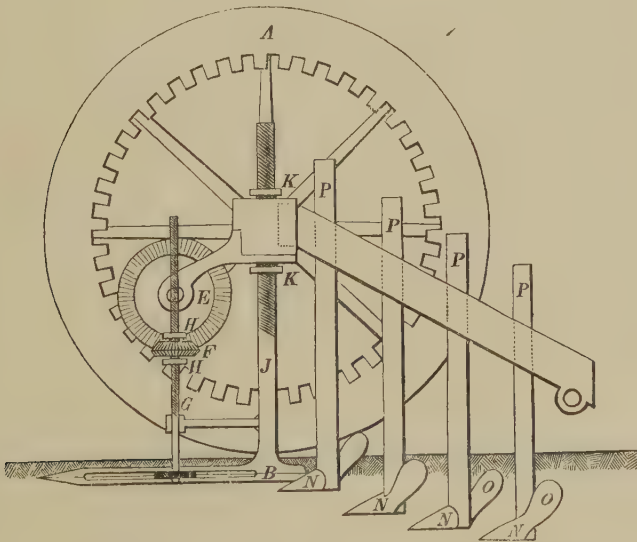


Fig. 271.

moyen d'une scie circulaire *B* (fig. 271), puis la betterave est soulevée lentement par 4 socs *N N N N* qui ameublissent alternativement des deux côtés la terre qui entoure la betterave. Cette machine ne peut être employée qu'à la condition d'avoir des lignes de betteraves *absolument droites*, et que celles-ci sortent toutes également de terre, conditions difficiles à remplir.

CHAPITRE II

PROCÉDÉS DE CULTURE

P. P. Dehérain (*) s'élève contre la pratique de placer le blé en tête de l'assolement sur fumure.

Les dangers sont évidents : d'une part, la verse, d'autre part, l'introduction de mauvaises herbes.

En 1876, il a cultivé à Grignon des betteraves améliorées de Vilmorin ; sans engrais, il a obtenu 17,000 kilogrammes de racines à 14,6 % de sucre ; et avec 40,000 kilogrammes de fumier, 17,900 kilogrammes, renfermant 12,5 % de sucre.

En 1877, sans engrais, il a obtenu des mêmes betteraves améliorées 30,000 kilogrammes avec 19,24 % de sucre ; avec 40,000 kilogrammes de fumier, il a obtenu 44,200 kilogrammes titrant 17,5 % de sucre.

Les betteraves à collets roses sont bien plus sensibles à l'action des engrais azotés : elles titraient 16,24 % de sucre et avaient donné, sans engrais, 46,000 kilogrammes ; avec la fumure de 40,000 kilogrammes fumier, elles ont donné 71,800 kilogrammes, mais le titrage est tombé à 13,9 % de sucre.

Voici quelques pratiques usitées dans la culture de la betterave sucrière en Allemagne et rapportées par Schribaux (**).

L'assolement ne s'écarte guère du suivant :

- 1^{re} année : Légumineuses et plantes sarclées ;
- 2^e — Céréales d'hiver fumées ;
- 3^e — Betteraves ;
- 4^e — Céréales de printemps.

Parfois les plantes fourragères sont laissées en dehors de l'assolement et celui-ci devient triennal ; toujours la betterave vient après la sole fumée.

Pour éviter la verse des céréales cultivées sur fumure, on sème le blé à épis carrés (le *schirrif square head*), qui est très résistant sous ce rapport.

On applique parfois en automne sur les terres destinées à la betterave, une fumure de 20,000 kilogrammes de fumier de ferme, mais il doit être bien décomposé, et alors on observe plus rigoureusement que jamais les autres

(*) *Annales agronomiques*, 1884, p. 433.

(**) *Journal d'Agriculture pratique*, septembre 1884.

conditions qui font les betteraves riches : choix des semences, emploi de phosphates, rapprochement des plantes, façons convenables. On profite des observations du professeur Maerker en appliquant avec 400 kilogrammes de nitrate de soude 400 à 500 kilogrammes de superphosphate.

Les labours profonds sont usités.

Les binages se donnent le plus tôt possible et la mise à distance et le démaillage se font aussitôt que la plante a poussé sa sixième feuille.

La betterave qui ne peut être consommée le jour de son arrachage est immédiatement ensilée (*aus der Erde in die Erde*) de la terre dans la terre. — Le silo terminé est immédiatement recouvert sur ses côtés de 0^m,15 de terre ; le sommet reste libre afin que les racines se ressuient avant de recevoir la couverture d'hiver ; on augmente progressivement celle-ci, qui peut atteindre jusqu'à 1 mètre.

En résumé, choix judicieux des graines, emploi d'engrais chimiques, prescriptions du fumier de ferme, assolement adopté, façons d'entretien hâtives et multiples, telles sont les principales lignes de la culture des betteraves riches.

Nous trouvons un rapport intéressant sur la culture des betteraves en Bohême, telle qu'elle se pratique dans les terres qui appartiennent à l'empereur d'Autriche (*).

Le labourage se fait en automne par les charrues à vapeur à une profondeur de 42 ou 48 centimètres.

Le directeur de ces biens, le chevalier **von Bertel**, emploie trois instruments particuliers de son invention, savoir :

1. L'appareil qui sert à former des ados ;
2. Le semoir combiné de graines et d'engrais ;
3. Le cultivateur en lignes.

Le premier appareil sert à former des ados d'au moins 20 centimètres de hauteur et s'applique en automne. Il a l'avantage de mélanger intimement toutes les parties du sol et de favoriser le délitement pendant l'hiver ainsi que de conserver mieux l'humidité par l'accumulation de la neige dans les sillons ; de détruire les mauvaises herbes et les insectes nuisibles ; de diminuer en partie le travail du printemps, etc.

Au printemps, on fait passer le semoir combiné qui aplanit les ados jusqu'à une hauteur de 5 centimètres, pour une largeur de 42 centimètres. Au moyen de ce semoir, on répand sur la terre d'abord de l'engrais qui est comprimé par les rouleaux sur toute la couronne de l'ados, tandis que les côtés restent friables. Derrière les socs distributeurs d'engrais, vient à un intervalle de 24 à 30 centimètres le soc destiné à l'ensemencement, qui peut être réglé pour une profondeur quelconque.

Les rouleaux qui suivent compriment la terre au-dessus de l'engrais et des graines et rendent jusqu'au sarclage tout autre travail superflu. De plus, la vitesse de travail de cette machine permet de choisir le temps le plus favorable pour l'ensemencement et fait croître rapidement les jeunes plantes, qui trouvent immédiatement une nourriture assimilable dans l'engrais enfoui, et qui échappent, par la vitesse de leur croissance, aux attaques des insectes.

(*) N. Z. XI, p. 45.

Le cultivateur en lignes est un appareil universel qui sert à l'ameublissement de la terre, au sarclage, au binage et au buttage. Il est d'une construction semblable à celle de la charrue et exige une force de 70 à 80 kilogrammes, c'est-à-dire celle d'un bœuf. La terre est travaillée, selon les besoins, 2 à 5 fois. Au premier binage, les couteaux du cultivateur pénètrent à une profondeur de 12 à 18 centimètres. Le cultivateur peut travailler 1,7 à 2,3 hectares par jour, et demande un homme pour sa conduite et un gamin pour mener la bête de somme.

Toutes les terres du domaine impérial sont cultivées exclusivement par ces nouveaux appareils; on y a acheté 70 nouveaux semoirs combinés et 200 cultivateurs à deux lignes, chez Clayton et Shuttleworth et quelques autres constructeurs.

On sème 25 kilogrammes de graines de betteraves par hectare. Les lignes de betteraves sont distantes entre elles de 42 centimètres avec un intervalle de 7 à 9 centimètres entre les plantes.

Comme engrais, on donne par hectare :

a. *Pour les terres fortes* (engrais supplémentaire) :

36 kilogrammes d'acide phosphorique

et 10 kilogrammes d'azote.

b. *Pour les terres moins fortes* (engrais supplémentaire) :

43 kilogrammes d'acide phosphorique

et 12 kilogrammes d'azote.

c. *Pour le labour ordinaire* (15 à 18 centimètres de profondeur) :

53 kilogrammes d'acide phosphorique

et 15 kilogrammes d'azote.

d. *Pour le labour profond* (25 à 40 centimètres de profondeur) :

74 kilogrammes d'acide phosphorique

et 21 kilogrammes d'azote.

Avec un tel engrais, qui coûte de 63 à 126 francs par hectare, on a obtenu, par la nouvelle méthode de culture, une augmentation de 5,000 à 10,000 kilogrammes de betteraves par hectare avec une richesse plus élevée de 1/2 à 1 % de sucre.

MM. Charles Le Docte (*Chastre*) et **Max. Le Docte** (*Gembloux*) ont envoyé une circulaire à leurs fournisseurs de betteraves, dans laquelle ils leur donnent des conseils pratiques pour arriver à la production de betteraves riches, tout en obtenant une récolte satisfaisante.

Voici quelques extraits de cette circulaire :

« La plantation de la betterave riche demande à être faite de bonne heure. Neuf fois sur dix, elle réussira d'autant mieux qu'elle aura été plus précoce, pourvu, bien entendu, que l'état du sol et les circonstances climatiques n'y mettent pas obstacle. D'ordinaire le mois d'avril est la période la plus propice à l'exécution des semis, sous le rapport tant de la levée que du rendement et des qualités saccharifères de la racine. Les betteraves issues de semences tardives parviennent rarement à maturité; et l'on sait combien l'absence de maturité est une cause puissante d'amoindrissement dans la production du sucre.

» Les betteraves riches en sucre n'atteignent jamais un grand volume.

C'est pourquoi il convient de ne pas distancer les lignes à plus de 40 centimètres, et les plantes dans la ligne à plus de 15 centimètres. Dans ces conditions, on aura environ 160,000 sujets à l'hectare, déduction faite de 10 % de manquants. Si l'on admet que chaque racine ainsi cultivée ne pèse que 300 grammes (moins d'un tiers de kilogramme), le produit total de la récolte s'élèvera à 42,000 kilogrammes à l'hectare. Certes, pour obtenir des racines pesant seulement 300 grammes chacune, pas n'est besoin d'un sol extraordinaire par sa fécondité, ni d'une saison exceptionnellement heureuse.

» Le rapprochement des plantes aux distances précitées assurera le poids de la récolte, quelles que soient les fluctuations atmosphériques, tout en contribuant dans une large mesure à la qualité de la racine.

» Le fumier de ferme ne doit jamais être appliqué directement à la betterave, mais à l'emblavure précédente. Si, cependant, il y a nécessité absolue de fumer la terre pour betteraves, on n'utilisera à cette fin que le fumier court, parfaitement consommé, que l'on introduira dans le sol le plus longtemps possible avant l'ensemencement. En aucun cas, on ne fera usage en mars, avril ou mai de fumier pailleux, plus préjudiciable qu'utile à la croissance de la plante.

» Quant aux engrais chimiques, voici la composition qui paraît donner les meilleurs résultats, d'après différents essais :

» 1^o *Pour terre de fertilité ordinaire :*

500	kilogrammes	de nitrate de soude (richesse 14 1/2 à 16 % d'azote).
1,000	—	de superphosphate de chaux (contenant de 15 à 16 % d'acide phosphorique).
100	—	de plâtre (sulfate de chaux).
1,600	kilogrammes.	

» 2^o *Pour terre de grande fertilité ou ayant reçu une forte fumure d'engrais de ferme :*

100	kilogrammes	de nitrate de soude.
900	—	de superphosphate de chaux.
200	—	de plâtre.
1,200	kilogrammes.	

» On obtient par ces mélanges d'excellents résultats en enfouissant la majeure partie de l'engrais par le dernier labour et en répandant le surplus, environ 200 à 300 kilogrammes, à la surface du sol, soit à la volée, soit à l'aide d'un semoir au moment même de la plantation. »

Le mode de culture en billons, inauguré, il y a plus de vingt-cinq ans, par **Decrombecque** et continué ensuite par son petit-fils et successeur **Arth. Hugot**, à *Lens (Pas-de-Calais)*, trouve de plus en plus des adhérents convaincus dans certaines régions, quoiqu'il se soit propagé fort lentement jusqu'ici.

Nous avons cru, par suite, qu'une description de ce procédé et de son application à *Lens* intéressera nos lecteurs. De son côté, M. Hugot a bien voulu mettre à notre disposition tous les renseignements qui se rapportent à ce sujet :

CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE, A LENS.

1. Asolement. Sur les terrains possédant une couche profonde de terre végétale, la betterave revient tous les deux ans, alternant soit avec du blé, soit avec de l'avoine.

Sur les terres calcaires, au contraire, où la couche de terre arable a au plus 0,18 à 0,20 de profondeur, la betterave revient tous les trois ans, alternant avec blé et avoine, ou avec blé et seigle.

2. Préparation des terres. Engrais. Toutes les terres pour betteraves sont labourées en automne et à une profondeur variant de 0^m,20 à 0,28 selon l'épaisseur de la couche de terre arable. Derrière la charrue et dans chaque sillon, on fait passer une fouilleuse à 7 dents, construite dans l'établissement, qui permet de défoncer le sillon sur toute sa largeur, et à une profondeur de 0,10 à 0,12. On arrive ainsi à un défoncement total de 0,28 à 0,35 qui permet d'obtenir des betteraves à long pivot.

Sur ce labour, la moitié des terres environ reçoit en septembre et octobre 25,000 kilogrammes à l'hectare de fumier produit dans la ferme depuis le mois de mars, mis en tas et mélangé et recouvert de terres provenant du lavage des betteraves et d'écumes de défécation.

Les autres terres reçoivent en novembre et décembre 15,000 kilogrammes au plus de fumier de ferme. Ces fumiers sont transportés directement dans les champs, des écuries où ils sont restés pendant un mois au moins sous les animaux à l'engrais, et comme les litières ont été faites avec de la paille coupée à 0,12 de longueur, ces fumiers sont très courts, et il suffit de donner aux champs, sur lesquels on les épand, deux coups de scarificateurs pour obtenir avec la terre un mélange intime, et éviter, comme conséquence, des betteraves racineuses.

En janvier, aussitôt que le temps le permet, on donne un labour léger avec une charrue trisoc ou un scarificateur, pour rendre plus intime encore le mélange du fumier avec la terre, suivi d'un coup de rouleau hérisson.

Ce rouleau hérisson est un instrument très recommandable et, malheureusement, peu connu. Il procède à la fois de la herse ordinaire et du rouleau, c'est-à-dire qu'il divise la terre tout en la tassant.

Le hérisson se compose d'un rouleau en bois de 2^m,50 de long et 0,16 de diamètre, armé sur son pourtour de cinq lignes de dents en fer recourbées, disposées en spirale et faisant saillie de 0,12 environ.

Ce rouleau est maintenu dans un châssis en bois comme les rouleaux ordinaires.

Le plus souvent, quand le sol n'est pas trop humide, on se sert du hérisson triple, c'est-à-dire qu'on réunit dans le même châssis trois rouleaux comme ci-dessus. On possède alors un instrument diviseur par excellence, ameublissant les terres et mélangeant d'une façon remarquable fumiers, terres et engrais.

Toutefois, quand les terres sont trop humides, on se sert du hérisson simple ou double.

Quelques jours après avoir hérissé les terres, on commence à former les billons, de manière à mettre la plus grande surface possible de terre au contact

avec l'air. On se sert pour cela de la charrue billonneuse Howard, à versoirs mobiles, ce qui permet de faire les billons à des distances variables à volonté.

M. Decrombecque faisait autrefois les billons à 0,60 de distance de sommet en sommet. M. Hugot, après avoir ramené cette distance à 0,55, l'a encore réduite depuis deux ans et fait aujourd'hui les billons à 0,50 d'intervalle, de manière à pouvoir obtenir facilement 10 à 11 betteraves par mètre carré, sans qu'elles soient trop semées en ligne. La hauteur du billon est d'environ 0^m,22.

Les billons sont faits en janvier-février, on laisse les terres en repos jusqu'à l'époque de l'ensemencement, c'est-à-dire fin mars, ou commencement d'avril.

On donne, à cette époque, un énergique coup de herse Howard sur les billons, de manière à les diviser profondément, et on épand alors la première portion d'engrais chimique composée comme suit pour un hectare :

500	kilogrammes	tourteaux de sésame pulvérisé.
200	—	superphosphate de chaux.
125	—	nitrate de soude.
125	—	sulfate d'ammoniaque.
25	—	nitrate de potasse.

On choisit de préférence les tourteaux de sésame parce qu'ils sont d'une assimilation beaucoup plus rapide que les autres, et aussi parce qu'ils contiennent moins de graines de mauvaises herbes.

Les engrais épandus, on donne deux coups de herisson pour avoir un mélange intime avec la terre et on reforme le billon ; mais comme cette fois le travail est très léger, au lieu de se servir de la billonneuse simple Howard, on se sert d'une billonneuse double, obtenue en mettant un buttoir sur chacune des branches de l'arrache-betterave Olivier-Lecq (fig. 272). On fait ainsi deux billons à la fois.

De cette manière, les billons sont exclusivement formés d'une terre parfaitement ameublie, et renfermant tous les engrais qui ont été déposés dans le champ.

On donne alors un coup de rouleau ordinaire en tôle sur les billons, qui sont disposés pour l'ensemencement.

3. Ensemencement. L'ensemencement se fait au moyen d'un semoir spécial muni de deux rouleaux concaves, qui, ayant la forme du billon, le tassent et servent de guide au semoir. On sème 18 à 20 kilogrammes de graines à l'hectare, et la graine est déposée à 0^m,02 de profondeur en terre. On donne immédiatement après un coup de rouleau. Douze jours au plus après l'ensemencement sur billons, la betterave lève avec la plus grande régularité. Il y a toujours une différence d'au moins trois jours entre la levée des betteraves semées sur billons et celle des betteraves semées à plat.

4. Binages. Aussitôt les lignes de betteraves bien dessinées, on passe dans les billons avec la herse à billons à deux compartiments, on gratte ainsi les côtés de deux billons en même temps, puis on donne un coup de houe à cheval double. Cette houe est obtenue, comme le butteur double, avec l'arrache-betterave Olivier-Lecq, dans lequel on a remplacé les buttoirs par un jeu de rasette.

5. Placement. Démariage. — Dès que la betterave est suffisamment développée, on fait les bouquets au moyen de rasettes à la main, ayant $0^m,16$ de largeur, de manière à obtenir une betterave tous les $0^m,18$ en ligne et, par suite, onze betteraves au mètre carré.

Quelques jours après, on procède au démariage.

Entretemps on continue à donner des façons à la terre le plus possible, alternativement avec la houe à cheval double et la herse à billons.

Quinze à vingt jours après le démariage, on sème la deuxième portion d'engrais chimique, composée comme suit pour un hectare :

100	—	superphosphate.
50	—	nitrate de soude.
75	—	sulfate d'ammoniaque.
25	—	nitrate de potasse.

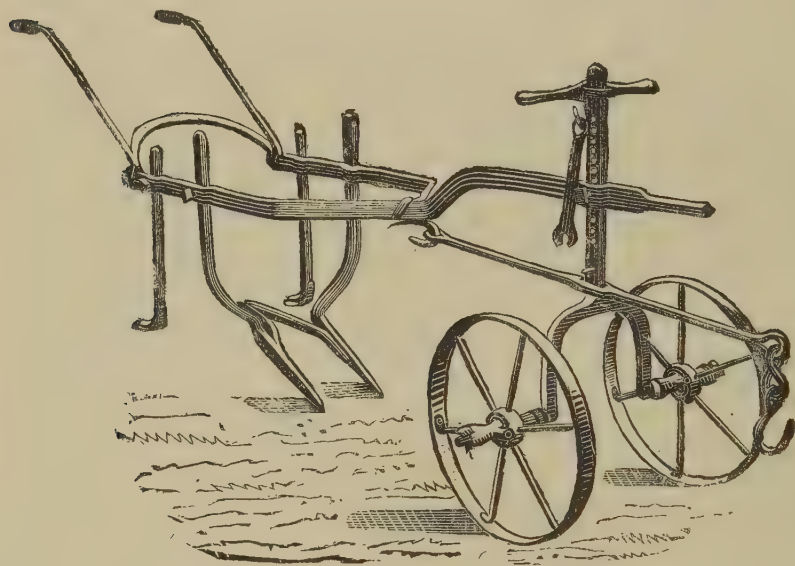


Fig. 272.

On mélange cet engrais intimement à la terre par un ou deux coups de herse à billons, on donne un dernier coup de rasette à la main pour enlever les herbes qui se trouvent sur les lignes entre les betteraves, et on termine en relevant une dernière fois les billons avec le billonneur double. De cette manière, tout l'engrais se trouve ramené sur le billon.

Quand le temps et le développement des feuilles le permettent, on donne une dernière façon dans le fond des billons avec la herse-limonaire, qui gratte le fond des billons et produit un excellent effet.

La dépense à l'hectare pour la culture en billons est sensiblement la même que pour la culture à plat, sur laquelle elle a les avantages suivants :

1° Augmentation de la couche de terre arable dans les sols où elle est de peu d'épaisseur ;

2° Exposition à l'action de l'air d'une surface de terre beaucoup plus grande ;

3° Préparation partielle des terres en hiver ;

4° Les travaux d'ensemencement, binages et autres, ne sont presque jamais interrompus par les pluies à cause de l'égouttage très rapide par les billons ;

5° L'ensemencement peut se faire plus tôt, de là une maturité plus précoce d'au moins huit à dix jours sur la culture à plat.

6. **Arrachage.** Il se fait exclusivement avec l'arracheuse Olivier-Lecq, que l'on transforme à volonté en billonneur double ou en rasette double (fig. 272).

7. **Rendement.** Le rendement moyen à l'hectare est, pour les trois dernières années, de 54,000 kilogrammes à l'hectare de racines contenant 12,15 % de sucre.

Avec la nouvelle loi française, établissant l'impôt sur la betterave, M. Hugot va employer des graines d'essence plus riche, et il compte bien conserver le même rendement cultural, tout en obtenant une richesse beaucoup plus considérable.

CHAPITRE III

LA GRAINE DE BETTERAVE

Ferd. Knauer, à Gröbers (Allemagne), vient de publier un très intéressant travail intitulé : *La graine de betterave*.

Nous en donnons ci-dessous quelques extraits.

Généralement on se préoccupe assez peu du pouvoir germinatif des graines de betteraves. On plante de confiance sans savoir au juste quelle est la valeur réelle de la graine. Des essais de germination sont dans ce cas cependant aussi utiles que lorsqu'il s'agit de graine de trèfle ou de toute autre graine. Il est fort facile de se rendre exactement compte de la force germinatrice. A cet effet, on se sert d'un récipient quelconque en métal ou grès, en porcelaine, que l'on remplit aux deux tiers de sable blanc qu'on mouille avec de l'eau de pluie. On ajoute autant d'eau que le sable peut en absorber en ayant soin de ne pas le submerger. On saupoudre la surface avec un peu de sable sec. On obtient ainsi une bouillie de sable, dure et ferme, dans laquelle on enfonce, jusqu'aux deux tiers de leur diamètre, 100 graines qui représentent autant que possible l'échantillon moyen de la graine à expérimenter. On recouvre d'une plaque de verre reposant sur les bords du récipient. Quant à la durée de l'expérience, elle est en tout de quatorze jours.

L. Digeon a indiqué un moyen rapide pour constater le pouvoir germinatif des graines. Il place sur une pelle rougie au feu un petit nombre de graines à essayer. Si les graines brûlent lentement en dégageant un peu de fumée, c'est un signe que leur faculté germinative a été détruite ; si, au contraire, les graines éclatent en produisant un petit bruit sec, c'est qu'elles possèdent encore leurs qualités germinatives. Ce procédé mérite peu de créance.

La graine de betterave accuse, pour un volume donné, un poids spécifique variable suivant que la maturation est plus ou moins avancée. On peut admettre qu'une graine récoltée dans de bonnes conditions de maturité et enfermant une quantité d'eau normale (11 %), pèse, par litre, 185^{gr},34.

Voici le moyen employé par **Fouquier d'Hérouël** (*) (*Vaux-sous-Laon*) pour contrôler le pouvoir germinatif des graines de betteraves :

(*) J. d. F. S. 25, n° 6.

Prendre une caisse en bois blanc de 0^m50 de longueur, 0^m50 de largeur et 0^m10 de hauteur. Emplir cette caisse de terreau à 6 ou 7 centimètres et poser dessus un grillage en bois très mince, divisé en 100 compartiments de 5 centimètres. On plante au milieu de chaque compartiment une graine, et on place la caisse sous un châssis ou dans une serre, en ayant soin de tenir le terreau légèrement humide. Au bout de cinq à six jours, on commence à s'assurer de la quantité de grains levés et de germes produits.

Le Dr. **F. Nobbe** (*) a étudié le pouvoir germinatif des graines de betteraves. Les graines ont été placées pendant 6 à 12 heures dans de l'eau distillée, puis on a observé jour par jour la germination. En 6 jours, 75 % des graines viables avaient germé, et en 14 jours, 94 % avaient germé.

Les graines qui germaient après ce temps développaient peu de germes et avaient une valeur moindre. On peut donc arrêter les essais de germination après 14 jours.

On coupe alors toutes les graines qui n'ont pas germé jusque-là, et on compte combien il y a encore de germes capables de se développer. On inscrit alors ce chiffre en notant que ce sont des graines qui auraient pu germer. Il existe des graines qui ne germent qu'au bout de 55 jours.

Il est un fait constaté partout que les grosses graines contiennent plus de germes que les petites et que, parmi ces germes, il y en a plus qui se développent dans les grosses que dans les petites.

Voici une moyenne de plusieurs essais :

100 grosses graines	contenaient	371 germes,	dont 305 se sont développés.
100 moyennes	»	280	» » 173 »
100 petites	»	160	» » 56 »

Au lieu d'estimer la valeur germinative des graines d'après le nombre de germes développés par 100 graines (soit ici 305, 173 et 56), Nobbe trouve plus exact de l'estimer d'après le nombre de germes développés sur 100 germes existants (soit ici : $\frac{305}{370} = 82\%$, $\frac{173}{280} = 62\%$ et $\frac{56}{160} = 36\%$), parce que dans ce dernier cas les différences entre les divers échantillons sont moins grandes.

Le Dr. **A. Sempotowsky** (**) trouve cette dernière méthode aussi mauvaise que la première. Il ne faut pas compter la quantité de germes développés par 100 graines et par 100 germes existants, mais il faut opérer sur un poids déterminé de graines, soit 5 grammes.

Admettons, par exemple, que

90 grosses graines	pèsent	5 grammes,
187 moyennes	»	5 »
731 petites	»	5 »

la valeur germinative deviendra dans l'exemple précité :

(*) N. Z. X, p. 167.

(**) D. Z. J. IX, n° 11. Pour éviter les complications, nous avons modifié les chiffres de cet article.

$$\begin{array}{r} 305 \times 90 \\ \hline 100 \end{array} = 274$$

$$\begin{array}{r} 173 \times 187 \\ \hline 100 \end{array} = 323$$

$$\begin{array}{r} 731 \times 56 \\ \hline 100 \end{array} = 409$$

Ces chiffres doivent être multipliés finalement par la pureté des graines qui varie de 94 à 99 %.

La quantité d'eau qui se trouve dans les graines peut varier, d'après *Märcker*, de 9 à 20 %. D'après *Nobbe*, il est inutile de la constater, une dessiccation à l'air de différentes sortes de graines étant suffisante pour les comparer entre elles.

Ferd. Knauer (*) (*Gröbers*) donne de curieuses indications sur la durée du pouvoir germinatif des graines de betteraves, ainsi que sur l'influence de la chaleur sur le phénomène de la germination.

Huit graines de betteraves à sucre, d'une grosseur moyenne, récoltées, en 1846, sur un champ de la sucrerie de Lesmierz (Pologne), furent semées le 12 avril 1853; après 37 jours, il n'y avait encore qu'une seule plante; peu à peu d'autres apparurent et, le 2 septembre, il y en avait dix. Le pouvoir germinatif se conserve donc longtemps, mais le germe sort lentement de son engourdissement.

Cette lenteur de levée se remarque déjà dès la 2^e année qui suit la récolte. Les graines, ayant germé lentement, donnent des plantes qui restent chétives pendant toute leur végétation.

Il résulte d'expériences tentées au laboratoire de *Gröbers*, que la force germinative des graines exposées pendant 3 heures à l'action d'une chaleur sèche de 50 à 60°, se trouve augmentée et que, si la chaleur est portée à 70°, le germe est tué. Les mêmes résultats s'observent déjà entre 30° et 50° si la chaleur est humide.

Quant à ce qui est de la semence exposée à l'action de l'eau chaude, il résulte d'expériences de *Just* et de *Haberlandt*, qu'elle est stérilisée après une immersion de 6 heures dans l'eau chauffée à 55° ou 60°.

Au laboratoire de *Märcker* (**), la graine de betterave est reconnue de qualité marchande lorsqu'elle satisfait aux conditions suivantes :

- 1° Elle ne doit pas renfermer plus de 15 % d'eau;
- 2° 100 fruits doivent fournir au moins 150 germes bien développés et le nombre de fruits stériles ne pas être au-dessus de 20;
- 3° Il faut qu'elle donne 100 germes en 5 jours et 125 endéans les 7 jours;
- 4° Un kilogramme de fruits bruts doit fournir 70,000 germes au minimum;
- 5° Enfin, les matières étrangères ne peuvent dépasser 3 %.

Ces conditions sont requises pour éviter l'addition d'eau, la levée lente et l'étuvage des vieilles graines ajoutées aux nouvelles.

(*) *Knauer*. La graine de betterave, p. 17.

(**) *Journal d'Agriculture pratique*, t. II, 1884, p. 397.

Les vieilles graines de betteraves semées en pleine terre donnent généralement des germes n'ayant qu'une vigueur insuffisante pour résister.

Simon Legrand (*) a trouvé un bon moyen pour utiliser ces graines, savoir comme nourriture des animaux à engrais. Chaque bœuf reçoit par jour un mélange de 3 kilogrammes de vieilles graines de betteraves, de 75 kilogrammes de pulpes de diffusion et de 1 kilogramme de foin. L'essai fait sur 12 bœufs a donné de bons résultats; leur poids augmentait en moyenne de 1 1/2 kilogramme par jour et par tête. Il paraît résulter de là que les vieilles graines de betteraves ont la même valeur nutritive que les tourteaux de lin.

Voici, d'après **Briem**, chimiste chez F. Knauer, Gröbers, la composition % de la semence de betterave:

Eau	11,416
Acide silicieux et matières insolubles	0,845
Acide phosphorique	0,815
Id. sulfurique	0,280
Chlore	0,167
Potasse	1,268
Soude	0,657
Chaux	1,315
Magnésie	0,947
Acide nitrique	0,009
Ammoniaque	0,108
Substances azotées	8,406
Matières grasses et colorantes	5,010
Fécule, dextrine	17,420
Cellulose	24,600
Protéine soluble	4,211
Substances indéfinies	25,526
	100,000

La première condition pour réussir dans l'industrie sucrière, c'est la production d'une betterave de bonne qualité. Voilà un fait qui s'impose de plus en plus aux fabricants de sucre, et qui poussera nécessairement à l'achat de bonnes graines, sans lesquelles il est impossible de produire des betteraves riches.

Il est vrai que la culture de bonnes graines de betteraves offre beaucoup de difficultés et, par suite, leur prix est assez élevé. Mais on ne peut s'arrêter devant cette dernière considération, quand il s'agit d'une question aussi importante.

Vilmorin en France et **Knauer** en Allemagne se sont occupés, les premiers, de la culture rationnelle des graines de betteraves. Leur méthode a été perfectionnée dans ces dernières années, et suivie par un grand nombre d'autres producteurs de graines qui se sont fait aussi une renommée dans cette spécialité. Nous citerons, entre autres, Simon Legrand, Desprez, Olivier-Lecq, etc., en France, et Rabethge et Giesecker, Dippe, Braune, etc., en Allemagne.

(*) J. d. F. S. 24, n° 15 et 43.

En Russie, c'est surtout **Louis Walkhoff** (*) (à *Kalinofka, Podolie*), dont le nom est bien connu dans l'industrie sucrière, qui s'est occupé à cultiver des graines de betteraves riches, et, nous devons bien le dire, avec beaucoup de succès. Comme les bonnes betteraves seules peuvent donner de bonnes graines, il paraît assez naturel que les betteraves russes, qui sont les plus riches au monde, doivent être très appropriées à la production de bonnes graines.

En effet, d'après les rapports qui nous sont parvenus, les graines produites par Walkhoff à Kalinofka ont donné de bons résultats non seulement en Russie, mais aussi en Hollande et en Belgique, où des essais ont été faits sur une grande échelle. Ainsi à *Bergen-op-Zoom (Hollande)*, on a obtenu des betteraves, dont le jus contenait : Ball. 18,0, sucre 15,46, pureté 85,3 et un rendement de 35 à 40,000 kilogrammes par hectare.

L'analyse de porte-graines russes cultivées par Sostmann (à *Minsleben, Allemagne*) a donné dans le jus :

Ball. 19,00; sucre, 16,45; pureté, 86,5.

En opérant, d'après la méthode analytique de Sostmann (extraction alcoolique), on trouvait 15,37 % de sucre dans ces betteraves.

Somme toute, les graines de Walkhoff ressemblent beaucoup aux graines Vilmorin. Elles produisent des betteraves plus riches en sucre que celles des autres races, mais donnent moins de rendement à l'hectare que ces dernières.

En France, c'est surtout **Simon Legrand** qui s'est attaché à vaincre par la voie pratique le vieux préjugé qu'il est impossible de produire en France des betteraves aussi riches qu'en Allemagne. C'est lui qui a maintenu depuis des années le principe qu'il faut améliorer la betterave à sucre par la sélection physique et chimique jointe aux modes de culture les plus perfectionnés que nous possédons jusqu'ici. C'est lui, enfin, qui a puissamment contribué pour préparer la voie à l'impôt de la betterave, qui est reconnu actuellement comme le meilleur moyen de relever l'industrie sucrière en France.

La production de la graine de betteraves à sucre par la maison Simon Legrand comporte deux opérations bien distinctes :

1. Le mode de culture, c'est-à-dire la préparation du sol, l'application du meilleur mode des engrais et les soins à donner à la plante porte-graines ainsi qu'à la graine, depuis l'époque de la plantation jusqu'à la livraison des graines ;

2. La sélection physique et chimique.

La première de ces deux opérations demande des soins tout spéciaux. C'est, en effet, par l'étude des différents terrains et des différents modes de culture que le producteur peut arriver à la création d'une betterave riche et pouvant être cultivée sur un terrain de composition donnée.

C'est surtout en étudiant la nature et la composition chimique des différents sols et sous-sols que l'on peut arriver à des résultats précis. La couche végétale sur les trois quarts des terres cultivables de la France et de la Belgique est d'une faible épaisseur comparée à la longueur du pivot principal de la

(*) Sap. de Kieff, XIII, p. 27.

betterave qui, pour les espèces les moins longues, peut atteindre quelquefois de 0^m80 à 1 mètre. La betterave, pour végéter normalement dans le cas d'une épaisseur de couche arable insuffisante, doit trouver dans ce sous-sol une bonne partie des éléments nécessaires à son accroissement ou alors elle devient forcément racineuse. Chaque nature de terrain demande donc une betterave qui, quoique issue d'un sujet riche, se plaira et pourra végéter dans ce sous-sol, si la couche de terre végétale n'est pas d'une épaisseur suffisante. Il faut donc que le producteur de graines étudie avant tout les différents sols constituant une région sucrière et crée, pour ainsi dire, une variété propre à chaque terrain. Comme il n'y a pas de variété qui convienne à tous les terrains et que celle qui pivote bien dans un sol donné peut être de mauvaise venue ailleurs, il est nécessaire que chaque cultivateur, de concert avec le producteur de graines, s'attache à chercher la variété riche qui convient le mieux à la nature de son sol.

Simon Legrand (*), s'appuyant, du reste, sur l'opinion de **L. Walkhoff**, pour compléter son système de sélection, change fréquemment ses betteraves de sol et de climat. Ainsi, les produits récoltés en France sont transplantés en Allemagne pour s'y régénérer, puis rapportés en France et plantés à nouveau pour servir de porte-graines.

Quant à la sélection chimique, elle se fait évidemment par un chimiste expérimenté et spécialiste en graines de betteraves. Les betteraves choisies sur les champs suivant leurs caractères extérieurs par des hommes initiés depuis longtemps à ce genre de travail, sont placées dans des silos et analysées pendant l'hiver. Toute betterave renfermant moins de 12% de sucre est rejetée et donnée comme nourriture aux animaux à engrais.

Simon Legrand a créé trois races de betteraves différentes que l'on appelle :

1) *Améliorée* avec trois sous-variétés (blanche, blanche forme conique et rose);

2) *Hâtive* (blanche et rose);

3) *Conciliatrice*.

Ces trois variétés « Améliorées » proviennent de betteraves-mères à forme allongée et pivotante à chair dure, sans racines latérales et conviennent surtout pour les serres riches. Elles peuvent donner en bonne culture et en bon sol 30,000 à 45,000 kilogrammes de betteraves, contenant 14 à 18% de sucre, comme cela résulte de nombreuses analyses faites en France, en Allemagne, en Russie, etc.

Ainsi, au champ d'expériences de « Kalinofka » (**) (Russie), la variété rose donnait à l'hectare 37,437 kilogrammes de betteraves contenant 14,85% de sucre; la variété « Kalinofka blanche » donnait, il est vrai, encore plus de sucre, savoir : 16,75 %, mais un rendement moindre (24,437 kil.) par hectare.

D'après les observations de **S. Foudakovski** (***), les rendements obtenus

(*) J. d. F. S. 24, n° 5.

(**) S. B. 11, n° 14.

(***) J. d. F. S. 24, nos 12 et 15.

avec cette graine étaient à peu près les mêmes en Podolie. A Stöbnitz (Allemagne), les « Améliorées » donnaient par hectare de 39,000 à 48,000 kilogrammes de betteraves, contenant dans son jus de 15,3 à 17,5 % de sucre.

Les variétés « Hâtives » sont un peu moins longues que les « Améliorées ». Elles se développent plus facilement et conviennent aux terres moins fertiles. En terrain ordinaire et en bonne culture, elles peuvent donner par hectare un rendement de 40,000 à 50,000 kilogrammes avec une richesse en sucre encore fort satisfaisante. En France, où l'on s'attachait jusqu'ici plutôt aux forts rendements qu'à la richesse des betteraves, les « Hâtives » ont été préférées jusqu'ici aux « Améliorées », mais cela changera probablement à l'avenir.

La variété « Conciliatrice » donne une bonne récolte même dans les terres les moins riches, mais, par contre, la teneur saccharine est moins élevée que dans les races améliorées et hâtives. Dans les terres argileuses, sablonneuses et peu fertiles, la race « Conciliatrice » peut donner à l'hectare de 45 à 60,000 kilogrammes de betteraves, contenant de 12 à 14 % (et même jusqu'à 15 %) de sucre. Pour les terres fortes, elle convient moins bien ; cependant en rapprochant les plants entre eux, on peut arriver également à de bons résultats.

P. S. On trouvera dans le cahier d'annonces les résultats d'analyses effectuées sur les betteraves Simon Legrand.

Le docteur **Märcker** (*) fait, depuis plusieurs années, des essais très intéressants pour comparer la valeur des différentes graines de betteraves. Comme ses essais s'étendent sur une grande partie de la province de Saxe (Prusse), on peut leur attribuer une très grande importance. Voici les résultats obtenus en 1881, 1882, 1883.

	RENDEMENT DES BETTERAVES PAR HECTARE.			POLARISATION DU JUS.			QUOTIENT DE PURETÉ.		
	1881	1882	1883	1881	1882	1883	1881	1882	1883
Klein Wanzleben originale	46.300	44.900	39.200	13.9	13.1	15.2	83.0	84.8	85.3
— — reproduction	43.300	44.900	38.800	13.3	13.4	16.0	81.8	84.2	86.6
— — améliorée (Dippe). . . .	42.400	41.600	38.700	13.7	14.0	16.4	83.6	85.2	86.1
Vilmorin blanche améliorée, originale .	35.900	34.700	31.400	14.8	15.4	16.6	84.1	86.2	85.3
— — — reproduction	34.100	36.100	34.700	14.1	15.3	15.8	82.6	85.0	84.2
Simon Legrand de mères blanches . .	45.500	47.300	41.300	12.4	12.7	15.1	79.9	83.4	85.4

N. B. Dans tous les essais, on a conservé entre les lignes de betteraves un écartement de 37 centimètres.

Citons encore les essais faits en 1880 et 1881 dans 40 fermes de la province de Saxe (**) (*Prusse*) pour comparer la valeur de diverses graines. Nous reproduirons seulement la moyenne des essais faits en 1881 :

(*) N. Z. X, p. 205 et J. d. F. S. 25, n° 8.

(**) O. 21, p. 389.

		Par hectare			
Klein Wanzleben originale.	Rendement	46,800	Sucre	14,3	Pureté 84,5
Id. (Dippe) .	id.	43,500	id.	13,6	id. 83,4
Vilmorin blanche. . . .	id.	35,500	id.	15,0	id. 85,0
Id. rose.	id.	43,000	id.	13,7	id. 83,7
Simon Legrand blanche. .	id.	45,400	id.	12,8	id. 82,2
Id. rose	id.	46,200	id.	12,3	id. 82,1

Ces essais ont, en outre, permis de se faire un jugement sur l'action d'une forte dose d'azote comme engrais pour les champs de betteraves. Il en faut conclure qu'une forte dose d'azote diminue considérablement le rendement des terres en betteraves, mais que leur qualité augmente généralement par l'emploi des engrais azotiques à forte dose.

Le Dr **W. Gerland** (*) (*Halberstadt*) décrit la méthode employée actuellement en Allemagne pour obtenir de bonnes graines de betteraves.

A cet effet, il est indispensable de doser le sucre dans toutes les betteraves mères, malgré les grandes dépenses et les peines qu'entraîne ce travail. Heureusement on a découvert que les bonnes qualités des betteraves se conservent pendant deux générations. On a déduit de là le procédé suivant, qui permet d'obtenir de bonnes graines de betteraves, sans arriver à des prix exagérés :

Dans un champ de betteraves d'apparence régulière, on choisit en automne les plus beaux sujets et on les met en silos pendant l'hiver. Au commencement du printemps, on les analyse et les plus riches sont choisies comme plantes mères que l'on plante à des distances d'un mètre l'une de l'autre.

Les graines produites par ces mères ne sont pas vendues, mais sont semées au printemps suivant en rangs qui sont distants entre eux de 0^m,35, alors que les jeunes plantes sont isolées dans les rangs à des distances de 0^m,25 à 0^m,20. Les betteraves produites sont arrachées quand elles sont encore fort petites, et ensilotées jusqu'à l'année suivante. (On peut en conserver ainsi dans les silos un nombre très considérable.) Au printemps, ces petites betteraves sont replantées de nouveau à des distances de 0^m,30 à 0^m,40 (**) et fournissent des graines qui sont aussi bonnes que celles de la première génération, pourvu que la culture ait été faite rationnellement et que les betteraves n'aient pas été plantées trop étroitement. Il est bien entendu que le sol destiné pour les betteraves mères doit être de bonne qualité et qu'on doit lui appliquer au besoin de l'engrais artificiel ; les betteraves doivent être binées, comme à l'ordinaire. Pour les porte-graines de la deuxième génération, un sol moins bon suffit, pourvu qu'il soit bien travaillé et fourni d'engrais.

La conservation des betteraves pendant l'hiver exige beaucoup de soins. Elles doivent être protégées contre la gelée et trouver cependant assez d'air pour respirer.

Il est bon de les placer dans un fossé d'une profondeur de 0^m,40 et de les

(*) O. 21, p. 1.

(**) D'après Knauer, cela est trop étroit. Il faut laisser entre les rangs de betteraves une distance de 0^m,75 et dans les rangs une distance de 0^m,63, de sorte qu'un hectare de terre compte environ 20,400 porte-graines.

séparer avec de la terre, de manière qu'elles ne puissent se toucher l'une l'autre. On enlève seulement les feuilles jaunes ou bien on coupe toutes les feuilles jusqu'à 3 ou 4 centimètres au-dessus de la couronne, puis on couvre les betteraves d'une couche de terre à la hauteur d'un mètre. Il faut avoir soin que les eaux de pluie ne puissent pénétrer dans les silos.

Quand on veut cultiver plusieurs variétés de betteraves, il faut séparer ces variétés à de grandes distances, sinon il arrive que le pollen d'une variété est amené par le vent ou les insectes sur les pistils de l'autre variété ; ce qui altère la pureté des races.

Gerland mentionne encore que **Rimpau** (*Schlanstedt*) a réussi d'empêcher les betteraves de monter, en choisissant comme betteraves mères seulement celles qui n'avaient pas monté en grains la deuxième année (Trotzer).

D'après Vilmorin, on choisit les betteraves destinées à la production de graines de la manière suivante : On enlève, au moyen d'une sonde, un petit cylindre au milieu de la betterave, on en extrait le jus et on analyse ce dernier au moyen de la liqueur Fehling ou par un polarimètre.

Gustav Vibrans [*Uefingen*] (*) conteste l'exactitude de cette méthode, parce qu'on ne tient pas compte de la quantité de jus dans la betterave. Il arrive ainsi que l'on obtient des sujets de plus en plus pauvres en jus. Finalement on aurait des betteraves dont le jus contient 20 % de sucre, alors que la betterave n'en contient que 10 %. (Nous protestons vivement contre ce raisonnement qui tendrait à faire croire qu'il existe des betteraves qui contiennent 50 % de cellulose. C'est une exagération évidente. Nous n'avons jamais trouvé jusqu'ici dans une betterave plus de 5 % de cellulose ; et si l'on rencontre parfois des différences notables entre la polarisation du jus et la détermination du sucre dans la betterave, cela tient à d'autres causes. Voir nos « Etudes sur l'analyse de la betterave » dans la troisième partie de cet ouvrage, chapitre I. F. S.)

Vibrans propose la méthode suivante pour le choix des betteraves porte-graines :

On coupe un petit disque de la pointe des betteraves et on le jette dans diverses dissolutions de sel pour déterminer le poids spécifique des betteraves, on en choisit ensuite les plus lourdes. — Puis on découpe de la pointe des betteraves plusieurs tranches de 1 millimètre d'épaisseur et d'un poids total d'environ 30 grammes que l'on introduit dans une capsule tarée. Le jus qui s'attache au couteau est enlevé par un petit morceau de papier à filtrer taré également d'avance. Les fines tranches sont ensuite introduites dans un appareil de Soxhlet-Sickel, où elles sont complètement épuisées. On peut objecter que l'échantillon est pris à la pointe de la betterave et non pas au milieu, mais, d'après Vibrans, cela n'a aucune importance, car un cylindre enlevé au milieu de la betterave, comme cela se fait d'après Vilmorin, ne représente pas non plus la moyenne de celle-ci.

N. B. Nous reviendrons dans la troisième partie de cette Revue sur la question d'analyse des porte-graines. F. S.

(*) D. Z. J. IX, n 11.

J. E. Rivière-Verninas (*) (*Standdaarbuiten, Hollande*) recommande de mélanger les graines dans une bouillie ou lait de plâtre de première qualité (non éventée à l'air pour qu'il prenne bien corps avec l'eau) dans la proportion de 1 kilogramme de plâtre dans un litre d'eau pour 2 kilogrammes de graines. — Cette opération de pralinage se fait dans de grandes terrines plates en faïence vernie, et cela pour 15 kilogrammes de graines au maximum. Les graines sont mélangées *lestement* à la main dans la bouillie préparée d'avance (avec 15 kilogrammes de guano du Pérou). Ce pétrissage demande le travail de deux personnes. Au bout d'une dizaine de minutes, les graines ayant absorbé leur enveloppe en plâtre sont étendues sur un plancher bien sec. On empêche les agglomérations en les divisant à l'aide d'un râteau en bois. Les graines préparées de la sorte sont encore remuées plusieurs fois dans le courant de la journée. En faisant de la couche un ruban d'un mètre de largeur, il est facile de séparer à la main les petits tassements qui n'auraient pu être défaits avec le râteau. Le lendemain, les graines blanches, dures, sèches et bien séparées peuvent être ensachées pour s'en servir au besoin. Ainsi pralinées, elles se conservent dans un endroit sec indéfiniment et n'ont pas à craindre les attaques des souris. Le plâtre, tout en exerçant une action favorable sur la végétation, a surtout l'avantage de boucher toutes les cavités qui se trouvent dans l'enveloppe corticale des graines et servent d'ordinaire comme refuges aux nombreux insectes qui pullulent au printemps à quelques centimètres de profondeur dans la terre.

(*) S. B. 11, p. 191.

CHAPITRE IV

FUMURE — ENGRAIS

FUMIER.

Le fumier de ferme est considéré comme nuisant à la qualité de la racine. **Ferdinand Knauer** (*à Gröbers, Saxe*) (*) estime que la qualité d'une betterave dépend en grande partie de sa maturité ; or il paraît que la betterave calcinée directement sur fumure de printemps ne mûrit pas dans certaines circonstances. Si la terre est sèche, le fumier donné au printemps séjourne dans la terre sans se décomposer, mais surviennent des pluies d'automne, le fumier entre en pleine décomposition ; les betteraves profitent de cette abondance de matières alimentaires pour se développer activement, et pousser des feuilles vertes luxuriantes, mais ne savent mûrir ; les racines atteignent un grand poids, deviennent riches en substances salines, pauvres en sucre. Le moyen d'éviter en partie les effets nuisibles du fumier, c'est de donner la fumure en automne.

Le professeur **Märcker** (*à Halle*) (**) est du même avis. Il pense qu'il faut proscrire le fumier répandu au printemps, d'abord à cause de l'état physique défavorable qu'il imprime au sol donnant comme résultat une betterave de forme vicieuse ; ensuite de la grande quantité d'azote concentrée dans la couche supérieure du sol, azote qui s'oppose à une maturité régulière et opportune des racines ; de plus, la grande quantité de sels amassée dans une couche arable relativement restreinte rend ces betteraves fort salines. Mais il en est autrement de la fumure d'automne : la décomposition est assez avancée pour que le fumier ne puisse plus agir mécaniquement d'une façon défavorable ; son azote et les sels sont diffusés dans la couche arable ; l'azote est nitrifié. Bref, les inconvénients de la fumure de printemps disparaissent. — Le professeur Märcker estime les quantités de fumier dont se servent les cultivateurs allemands à 24,000 kilogrammes à l'hectare. Le rendement en poids est satisfaisant. Dans tous les cas, si la fumure d'automne est permise à cette dose, rien après l'hiver, si l'on veut obtenir des betteraves riches.

L'opinion du **D^r Fühling** (***) est la même. Les observations tendent à con-

(*) *Der Rübenbau.*

(**) *Magdeburger Zeitung*, n° 419 — 1880.

(***) *Les engrais chimiques.*

stater la pauvreté et la forme défectueuse des betteraves cultivées sur fumure de printemps. Les effets mauvais sont moins accusés quand on cultive sur fumure d'automne. Il rapporte que **Fr. Sebor** a trouvé que sur fumure d'automne les betteraves donnaient 13-50 % de sucre et 2-90 % de non-sucre ; sur fumure de printemps, toutes choses égales d'ailleurs, les betteraves ne donnaient que 8-14 % de sucre et 3-66 % de non-sucre. — Différence en faveur de la betterave d'automne, 5-36 % de sucre en plus et 0-76 % de non-sucre en moins. Fühling ajoute : Il ne faut donc mettre le fumier qu'en automne et veiller à ce qu'il soit bien mélangé avec le sol ; cependant, si l'on ne peut éviter la fumure de printemps, il ne faut employer le fumier qu'en compost.

P. P. Dehérain (*) a fait des recherches sur les fermentations du fumier de ferme.

Son étude le conduit aux conclusions suivantes :

- 1° La paille ne s'oxyde que par le fait d'un ferment figuré ;
- 2° L'oxydation du fumier est due à la fois à un ferment figuré et à une action chimique ;
- 3° Les élévations de l'air d'un tas de fumier ne s'observent qu'aux points où l'oxygène de l'air peut pénétrer ;
- 4° A l'abri de l'air, le fumier de ferme subit une fermentation neutre (dégagement de formène) ;
- 5° Il peut éprouver aussi une fermentation acide (dégagement d'acide butyrique) ;
- 6° Il arrive que dans la fermentation acide le gaz dominant dégagé soit du formène ;
- 7° Les expériences semblent indiquer qu'il existe au moins deux ferments anaérobies différents ;
- 8° Il paraît probable que les ferments proviennent du tube intestinal des animaux.

ENGRAIS.

A. Petermann (**), directeur de la station agricole de Gembloux, a recherché, pendant les années 1881-1882-1883, le meilleur mode d'emploi des engrais chimiques.

Voici les résultats obtenus et les chiffres pour la récolte de 1883 :

Mode d'emploi de l'engrais	Rend. à l'hect.	Augmentation de la récolte :	
		En kilogr.	p. 100.
Sans engrais	49,310	—	—
Engrais enterré à la herse .	58,510	8,237	18.74
Engrais enterré à la bêche			
à 0 ^m ,12	65,726	16,416	33.29
Engrais enterré à la bêche			
à 0 ^m ,22	69,595	20,283	41.14
Engrais enterré dans les			
lignes	61,392	12,082	21.50

(*) *An. agronomique*, t. X, page 485.

(**) *Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture*, par A. PETERMANN, Bruxelles, p. 447.

La betterave employée a été la Breslon acclimatée de Vilmorin, l'engrais employé, rapporté à l'hectare, était composé de 500 kilogrammes de nitrate de soude et de 650 kilogrammes de superphosphate.

Si l'on traduit en argent les chiffres ci-dessus, on a :

1^o Perte de 36 francs pour l'engrais semé superficiellement ;

2^o Bénéfice de 125 francs dans le cas de l'engrais enfoui à 0^m,12 de profondeur ;

3^o Gain de 195 francs pour le cas où la matière fertilisante a été enterrée à 0^m,22.

Le mode différent de l'emploi de l'engrais est sans influence sur l'élaboration du sucre.

Le **D^r Märcker** (*) a fait quelques observations sur la quantité d'engrais qu'il convient d'appliquer aux diverses espèces de terres, pour cultiver avec succès la betterave.

Il convient de donner aux terres d'autant plus d'acide phosphorique que ces terres sont plus argileuses et retiennent mieux l'humidité. Märcker conseille d'appliquer par hectare de terre au maximum les doses suivantes d'acide phosphorique :

a) Pour les terres fortes (à froment).	50 à 60 kilogr.
b) Pour les argiles moyennes	40 à 50 »
c) Pour les terres sablo-argileuses	40 »
d) Pour les terres sablonneuses	30 »

Ces dernières sont, du reste, peu appropriées à la culture des betteraves. Les superphosphates conviennent surtout pour les terres argileuses, et le noir animal en poudre pour les terres sablo-argileuses et sablonneuses.

Si la terre a été drainée, on donnera 1/3 d'acide phosphorique en moins. Les terres qui sont très riches en humus et celles qui ont reçu de fortes doses de fumier exigent les doses maximum d'acide phosphorique.

Parmi les engrais azotiques, le moins cher et le plus efficace est le salpêtre du Chili ; appliqué à une dose modérée en automne, il ne peut nuire, surtout s'il est additionné d'une dose convenable d'acide phosphorique.

Quand la culture des betteraves succède à celle du froment ou du seigle, il convient de donner aux terres argileuses moyennes de 200 à 300 kilogrammes de salpêtre du Chili, plus la quantité nécessaire de superphosphates (*voir plus haut*). Si la culture du froment avait été précédée de celle du colza, on peut légèrement diminuer cette dose ; si elle a été précédée de celle de l'orge ou du seigle, il faudrait, au contraire, l'augmenter. Si la culture des betteraves a succédé à celle des pois, des vesces, du colza ou d'autres plantes conservatrices de l'azote, une dose de 130 à 200 kilogrammes de salpêtre par hectare suffira. Pour les terres qui ont reçu une application de fumier en automne, il est bon de ne pas dépasser 130 kilogrammes de salpêtre.

(*) N. Z. XI, p. 133.

ENGRAIS AZOTÉS.

Le D^r **H. Gruner** (*) a donné une conférence sur l'importance des matières azotées pour le sol. Nous ne pouvons donner ici que quelques extraits de ce travail remarquable. **Settegast** (en 1877) et après lui **Schultz-Lupitz** ont émis l'opinion qu'il était inutile de donner au sol des engrais azotés, et qu'il suffit d'appliquer des engrais qui contiennent de l'acide phosphorique et de la potasse. Le sol a la propriété d'absorber de l'air l'azote dont il a besoin, surtout quand on plante du trèfle, des pois et d'autres plantes qui enrichissent le sol en azote. Les céréales qui sont cultivées après ces plantes donnent une bonne récolte, sans qu'on ait besoin d'engrais azotés qui reviennent toujours beaucoup trop cher. L'emploi du fumier d'étable doit suffire amplement. **Gruner** croit cette opinion exagérée et maintient l'utilité des engrais azotés. Parmi ces engrais azotés, c'est le guano du Pérou qui est le plus convenable; mais malheureusement ses sources commencent à tarir. Il n'existe plus de guano aux Iles Chinchas et il y en a fort peu à Pabellon de Pica et à Punto de Lobos. On peut évaluer la quantité totale de guano qu'il est possible d'exporter, à 4 millions de tonnes, quantité peu considérable en face des grands besoins. Il existe encore en Patagonie des couches de guano qui ne sont pas encore exploitées. Le guano d'Afrique (*Ammoniak fixed Ichaboe guano*) n'existe pas en très grande quantité, et le guano des Iles Aves, dans le golfe Caraïbe, ne contient pas d'azote, mais bien 19 % d'acide phosphorique. Le guano du Pérou contenait autrefois plus de 14 % d'azote, plus tard 11 à 12 %, et aujourd'hui on en trouve dans le commerce qui ne contient que 3 à 4 % d'azote. Ohlendorff et C^{ie} ont augmenté la valeur des guanos, en écartant les matières étrangères (telles que des plumes, des os, des nids et des cadavres de tout genre) par un tamisage et en désagrégeant le guano par l'acide sulfurique qui fixe les sels ammoniacaux et rend l'acide phosphorique soluble. La qualité du guano est augmentée également par un mélange avec le sulfate d'ammoniaque que l'on obtient en traitant les résidus de la fabrication du gaz d'éclairage par la chaux et l'acide sulfurique et en évaporant le liquide. Le sulfate d'ammoniaque du commerce contient de 16 à 20 % d'azote; il faut examiner s'il ne contient pas des quantités considérables de cyanure d'ammonium, qui est nuisible à la végétation. On peut extraire aussi l'ammoniaque des produits de la distillation de la tourbe, mais la méthode employée par Ohlendorff et C^{ie} (Hambourg) n'a pas donné des résultats économiques. Le plus précieux de tous les engrais azotés est le salpêtre du Chili, mais on lui a reproché de retarder la maturité des betteraves. Ce reproche n'est, du reste, fondé que si le salpêtre est appliqué trop tard, ou bien si le sol contient déjà suffisamment d'azote. En dehors du Chili, du Pérou et de la Bolivie, on trouve aussi du salpêtre en Hongrie, en Egypte, en Perse, en Chine, aux Indes, etc. Citons encore parmi les sources d'azote le guano de poissons, le sang desséché, la viande en poudre, et les cornes pulvérisées qui contiennent de 11 à 15 % d'azote, le cuir désagrégué qui en contient de 7 à 10 % et plusieurs autres substances, telles que les tourteaux de colza, certains résidus des fabriques de sucre, des distilleries et des brasseries, les excréments, les hannetons, la boue des étangs

(*) N. Z. XI, p. 69 et 81.

et les fucus, qui contiennent de 0,5 à 5,0 % d'azote. Somme toute, il semble que les engrais azotés nous sont assurés en quantité suffisante pour un long avenir, et si un jour il en manquait, il reste encore l'exploitation de la plus grande source d'azote, de l'air atmosphérique, qui a déjà été essayée, il est vrai, jusqu'ici avec peu de succès.

Ajoutons qu'en Belgique on se sert fréquemment comme engrais azoté de la laine brute, qui contient, d'après les analyses de la *Station agricole de Gembloux* (*), de 2 à 7 % en moyenne 3,8 % d'azote. Quelques marchands ont même essayé de falsifier cet engrais, en y ajoutant des déchets de coton, qui ne contiennent que 1 à 1,5 % d'azote et 3 à 18 % de sable, de sorte que leur valeur est beaucoup moindre.

M. Max. Le Docte (Gembloux) combat l'usage immédiat des déchets de laine, qui ont le grave inconvénient de se décomposer lentement, en concourant à la nutrition jusqu'à l'époque des arrachements. Une maturation normale et régulière devient alors impossible.

Campe (**) a publié, lui aussi, un article sur l'application des engrais azotés, pour lequel nous ne pouvons que renvoyer aux sources indiquées.

En « Allemagne » (***), l'emploi du nitrate de soude comme engrais a pris un grand développement. L'importation de ce sel, qui était de 5,000 tonnes en 1864 et de 40,000 tonnes en 1873, a été de 123,000 tonnes en 1882.

En « France », elle était de 42,669 tonnes en 1873 et 70,000 tonnes en 1882.

Rivière (†) a fait des expériences à Saint-Ouen-l'Aumône (France) pour constater si une quantité très forte de nitrate de soude pouvait nuire à la végétation de la betterave. Les résultats ont été favorables à l'application de ce sel. Jusqu'à la dose de 600 kilogrammes à l'hectare, le rendement en poids s'est accru sans que la richesse soit descendue au dessous des limites fixées pour la bonne betterave. Au-dessus de 600 kilogrammes de nitrate de soude à l'hectare, le rendement en poids a décru, mais la richesse et la pureté sont demeurées satisfaisantes même à la dose de 1,000 kilogrammes de nitrate. Observons que le sol sur lequel se faisaient ces expériences était très riche en acide phosphorique.

P. P. Dehérain (††) donne les indications suivantes, résultant d'expériences effectuées en terres légères, un peu calcareuses (Grignon), sur l'emploi du sulfate d'ammoniaque et de l'azotate de soude dans la culture de la betterave.

1876. Betteraves Vilmorin.

	Engrais distribué.	Bett. récolt.	Suc. % k.
Sans engrais		17,400	14,5.
400 kilogrammes azotate de soude		19,000	12,7.
— — — — —	et superphosphate.	21,400	13,1.

(*) S. B. 12, n° 12.

(**) O. sept. 1883 et S. B. 12, n° 3

(***) J. d'agr. pratique 1884, n° 38.

(†) J. d. F. S. 24, n° 44.

(††) J. d. F. S. 24, n° 25.

1200 kilogrammes azotate de soude	21,400	12,6.
400 kil. sulfate d'ammoniaque	16,400	13,0.
— — — — — et superphosphate		
1200 kilogrammes sulfate d'ammoniaque	14,600	12,4.

1877. *Vilmorin.*

Sans engrais	30,600	19,24.
400 kilogrammes azotate de soude.	36,900	17,4.
1200 — — — — —	29,800	12,7.
400 — — sulfate d'ammoniaque.	29,950	17,0.
1200 — — — — —	20,000	16,3.

Collet rose.

	Engrais distribué.	Bett. récolt.	Suc % k.
Sans engrais		46,600	16,24.
400 kilogrammes azotate de soude.		56,700	13,27.
1200 — — — — —		29,800	12,7.
400 — — sulfate d'ammoniaque.		41,600	15,3.
1200 — — — — —		37,200	13,38.

Il résulte de ces expériences que l'azotate de soude est dangereux parce qu'il diminue la richesse en sucre de la betterave, et le sulfate d'ammoniaque parce qu'il abaisse le rendement.

Il en résulterait aussi que l'influence fâcheuse exercée par le sulfate d'ammoniaque porte, au surplus, sur le sol qui a reçu cet engrais.

Blé.

Moyenne de 3 récoltes (1880-81-82).

	Récolte.	Paille.	Grains.
Sans engrais	5468	3258	2110.
Azotate de soude	6400	4000	2400.
Sulfate d'ammoniaque 400 kilogrammes.	5670	3500	2170.
— — — — — 1200 —	4780	2780	2000.

Le Dr **Märcker** (*) a traité dans une conférence la question de savoir quelle est la quantité d'azote absorbé et perdu par le sol.

Le sol reçoit l'azote par les sources suivantes :

a) *Par les engrais azotés.* Cette quantité peut être déterminée exactement.

b) *Par le fumier d'étable.* On peut doser exactement l'azote contenu dans le fumier, mais celui-ci perd souvent jusqu'à un quart de son azote, avant d'être transporté sur les terres.

c) *Par l'eau de pluie.* Cette eau peut enrichir le sol de 11 à 23 kilogrammes d'azote par hectare, sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique.

d) *Par la rosée.* Quantité inconnue.

(*) N. Z. 11, p. 93.

e) *Par l'air atmosphérique*, qui contient toujours un peu d'ammoniaque. Heinrich a évalué cette source à 30 kilogrammes d'azote par hectare dans un an, mais il est probable que le sol en absorbe une quantité plus grande, surtout s'il a été fréquemment biné.

Quant aux pertes d'azote, on pourrait croire que la seule perte est celle qui se fait en enlevant la récolte. Malheureusement, cela n'est pas exact, on perd environ trois fois plus d'azote que celui constaté dans les récoltes. On connaît plusieurs de ces pertes. Ainsi **Lawes** et **Gilbert** ont démontré qu'une partie de l'azote se transforme en acide nitrique qui passe dans le sous-sol, et de là dans les eaux de drainage. De plus, il se perd de l'azote sous forme de gaz, quantité qu'on ne peut déterminer pratiquement.

La quantité d'azote reçue par le sol ne nous est donc pas exactement connue; mais il paraît probable qu'une grande quantité d'engrais azotés ne peut nuire au sol.

On a observé que ce sont surtout les céréales qui appauvrissent le sol en azote, tandis que le trèfle, la luzerne, l'esparcette, les pois, les fèves, le lupin, loin d'appauvrir la terre, semblent, au contraire, l'enrichir en azote. Ainsi les céréales que l'on plante après le trèfle réussissent toujours très bien, alors que la betterave après le trèfle ne mûrit que difficilement. Ce sont des faits qu'on ne peut nier.

Quant à la cause, pourquoi le trèfle, les pois, etc., enrichissent le sol en azote, nous n'en savons encore rien de positif.

A. Leclerc (*) a fait également des recherches sur la déperdition de l'ammoniaque dans les sols puisés au sulfate d'ammoniaque; quoique, dans son étude, A. Leclerc n'ait pas tenu compte de la nitrification, nous donnons quand même ses conclusions;

1° L'azote combiné des sols se perd constamment;

2° La perte a lieu sous forme de gaz azoté ou sous forme d'ammoniaque, qui s'écoule dans l'atmosphère;

3° Toutes choses égales, les sols perdent d'autant plus d'ammoniaque qu'ils sont plus riches en calcaire;

4° L'humidité favorise la perte d'ammoniaque; la sécheresse la ralentit;

5° La terre absorbe l'ammoniaque des pluies, mais elle peut la laisser perdre; il est donc fautif, dans la statique d'un sol, d'admettre que la terre, outre l'ammoniaque préexistante, contient celle que lui apportent les pluies de toute une année.

ENGRAIS PHOSPHORIQUES.

Nous lisons dans le journal agricole de Fühling (*) quelques observations sur la valeur de l'acide phosphorique sous ses trois états.

D'après l'auteur, l'acide phosphorique soluble a toujours la même valeur quelle que soit sa provenance (noir animal, phosphorites, etc.) et quelle que soit la quantité d'azote que l'on donne en même temps à la terre.

(*) *Annales de la science agronomique*, t. I, 1884.

(*) N. Z. X., p. 9.

L'acide phosphorique soluble seulement dans le citrate se rencontre dans les superphosphates en très petite quantité, sauf quand ceux-ci ont été préparés avec des substances qui contiennent beaucoup de fer ou d'alumine. Sa valeur est, d'après lui, inférieure à celle de l'acide phosphorique soluble dans l'eau, alors que Grandeau (Nancy) et Petermann (Gembloux) soutiennent que ces deux acides sont de même valeur.

La valeur de l'acide phosphorique insoluble dépend de sa provenance. Elle est plus élevée dans le noir animal que dans les phosphorites.

L. P. Dolinski (*) (*Russie*) a décrit les richesses de la Russie en phosphorites. Ils s'y rencontrent surtout aux bords du fleuve Dniestre, dans les formations siluriennes.

Ces phosphorites contiennent de 30 à 40 % d'acide phosphorique, ce sont donc les plus riches au monde. Ils ont la forme de sphères d'un diamètre de 1 à 18 centimètres, et d'un poids de 1^k,200 en moyenne (8 kil. au maximum). Leur poids spécifique est de 2,8 à 3,0; réduits en poudre, ils montrent une belle phosphorence bleue. Leur couleur est d'un brun foncé qui rappelle celle de la fonte brute. En 1863, la police russe les avait pris même pour des boulets d'artillerie, préparés par les révolutionnaires polonais.

L'exploitation des phosphorites en Russie s'étend sur une surface de 2,620 kilomètres carrés, dont la plus grande partie (2,380 kilomètres carrés) se trouve en Podolie, le reste en Bessarabie. Les personnes qui s'occupent de l'exploitation des phosphorites paient aux propriétaires des terres de fr. 0-45 à fr. 1-50 par 100 kilogrammes de minerai. L'exploitation offre des dangers sérieux par suite des éboulements de terre qui y arrivent souvent; aussi la police russe a-t-elle dû publier des règlements spéciaux pour cette exploitation.

L'exportation de phosphorites à l'étranger par la frontière européenne était en 1882 de 9,700,000 kilogrammes. Mais on commence à utiliser ces phosphorites également en Russie, et on a déjà établi deux moulins pour les réduire en poudre à l'usage du pays même.

Le Dr **E. Heiden** (**) (*Pommeritz*) appelle l'attention sur le guano des Iles Aves situées au golfe Caraïbe, près des côtes de Venezuela. Ce guano est exploité par Schröder, Michaelsen et C^o (Hambourg), et contenait, selon l'analyse du Dr Güntz, 33 % d'acide phosphorique, correspondant à 72 % de phosphate de chaux bibasique. Il ne contient que 0,28 % d'azote. Des parties plus grosses de ce guano contenaient 25 % d'acide phosphorique. C'est donc un guano très riche en acide phosphorique, de la même composition que l'ancien guano de Baker et celui de Mejillones, qui sont épuisés.

On estime que le guano d'Aves pourrait être exploité pendant 30 ans. En désagrégeant 100 kilogrammes de guano par 90 kilogrammes d'acide sulfurique de 52° B., on obtient un superphosphate qui contient environ 19 % d'acide phosphorique soluble.

Le Dr **Holdeffeiss** (***) cite quelques essais faits à Leschwitz et Schwierse,

(*) Sap. de Kieff, 343 et 213.

(**) N. Z. XI, p. 101.

(***) *Der Landwirth* 1883, n° 27, et N. Z. XI, p. 31.

pour établir l'utilité de l'application des engrais chimiques avec le fumier. Il résulte de ces essais que le superphosphate n'a pas amélioré sensiblement la récolte des betteraves ni sous le rapport qualitatif, ni sous le rapport quantitatif, en présence du fumier. L'application de salpêtre du Chili en présence du fumier a augmenté, au contraire, notablement la quantité de la récolte, sans trop nuire à sa qualité. Si l'on ajoutait dans ce dernier cas du superphosphate, la quantité de la récolte n'augmenterait pas, mais bien sa qualité. Quand on donne trop d'engrais azotés, surtout des engrais forts tels que le fumier de mouton et le salpêtre du Chili, la qualité des betteraves diminue sensiblement. Quand on n'applique pas de fumier, il convient de donner aux terres un mélange de superphosphate et de salpêtre de Chili.

Fr. Farsky (*) (*à Tabor, en Bohême*) a étudié l'influence des différents engrais phosphoriques sur la qualité des betteraves. Il a trouvé que c'est le superphosphate fin qui donnait les meilleures betteraves, puis venait le superphosphate en gros grains, puis le phosphate de chaux pur, et enfin le superphosphate de Kladno.

E. Campe (**) (*Aussig*) a étudié le rôle des superphosphates pour la culture. L'idée de rendre aux terres l'acide phosphorique enlevé par les récoltes, a été émise la première fois par Liebig, mais ne fut pas acceptée par les cultivateurs allemands.

Les Anglais, au contraire, appliquaient le conseil de Liebig, en désagrégeant par l'acide sulfurique les coprolithes ou le noir animal fin, et en introduisant dans le commerce les superphosphates préparés de cette façon. Cet exemple des Anglais fut alors imité également par les Allemands et les Autrichiens. Plusieurs savants ont combattu l'emploi des superphosphates, en démontrant que le phosphate bibasique passe au contact du sol vite à l'état de phosphate tribasique insoluble. Cela est juste; seulement il faut remarquer qu'ils s'y trouvent alors en poudre extrêmement fine et facilement soluble dans l'eau chargée de l'acide carbonique.

La faculté du sol d'absorber l'acide phosphorique dépend beaucoup de sa nature et surtout de la présence de substances minérales. La faculté des plantes d'absorber l'acide phosphorique dépend surtout de la forme sous laquelle celui-ci se trouve, et de sa solubilité dans l'eau chargée d'acide carbonique.

Ainsi 100 litres d'eau chargée d'acide carbonique peuvent dissoudre les quantités suivantes d'acide phosphorique :

Du phosphate tribasique	27,52 grammes.
Du noir animal en poudre	16,72 —
Du guano de Baker	12,00 —
Du phosphorite de la Lahn	2,55 —
De l'apatite pulvérisé	0,47 —

La fabrication des superphosphates s'effectue en traitant le noir animal en poudre ou la phosphorite par l'acide sulfurique à 50° B.

(*) B. Z. VII, p. 29.

(**) O. 24, p. 381.

On détermine par l'analyse la quantité de phosphate de chaux et de carbonate de chaux, et on prend pour chaque kilogramme d'acide phosphorique 2,3 kilogrammes, pour chaque kilogramme de carbonate de chaux 1,6 kilogrammes d'acide sulfurique à 50° B.

On fabrique aussi souvent des superphosphates qui, en dehors de l'acide phosphorique, contiennent de l'azote (guano de Baker) ou du sulfate de potassée, ou les deux à la fois. Les fabricants d'engrais livrent même des superphosphates de n'importe quelle composition, selon le désir du cultivateur. Les fabricants d'engrais vendent leurs superphosphates selon la quantité d'acide phosphorique soluble constatée par l'analyse et se sont soumis presque tous au contrôle des stations agricoles. Cela est très bien, mais les acheteurs ne devraient pas non plus être trop rigoureux pour de petites différences dans la composition des superphosphates. Ces différences étant dues à l'impureté des matières premières que le fabricant ne peut pas toujours faire analyser assez exactement, pour assurer la composition de ses superphosphates à quelques dixièmes près. Le métier d'un fabricant d'engrais qui, en présence des prix élevés des matières premières, est déjà maintenant fort difficile, deviendrait autrement entièrement impossible.

ENGRAIS POTASSIQUES.

E. Campe (*) parle aussi sur la nécessité de l'application des engrais potassiques pour la culture. Ainsi les betteraves donnent à l'analyse environ 0,80 % de cendres, qui contiennent, d'après le Dr Edm. Wolff (Hohenheim-Poschelsdorf) :

Potasse	55,1 %
Soude	10,0 —
Chaux	5,4 —
Acide phosphorique	11,0 —
— silicique	1,8 —
— carbonique et divers	16,7 —
Total	100,0 %

Il n'y a que les pommes de terre qui consomment plus de potasse que les betteraves; les céréales en consomment moins. Ces dernières exigent, au contraire, beaucoup plus d'acide phosphorique que les betteraves.

Les deux principales sources de potasse sont les roches, qui contiennent souvent du silicate de potasse absorbé par le sol (il est vrai très lentement), et puis surtout les sels de Stassfurth. On distingue parmi ces derniers surtout les 5 minerais suivants :

a) La *Carnallithe*, un mélange de chlorure de potassium (24 à 27 %) et de chlorure de magnésium (30 à 36 %);

b) La *Sylvine*, qui est produit de la décomposition du Carnallithe et qui contient du chlorure de potassium presque pur;

c) La *Kaïnite*, un mélange de sulfate de chaux (32 %), de sulfate de magnésium (23 %) et de chlorure de magnésium (17 %);

(*) O. XXI, p. 435.

- d) La *Schoenite*, un mélange de sulfate de chaux et de magnésie ;
- e) La *Polykalite*, un mélange de sulfate de potasse (28 %), de sulfate de magnésie (20 %) et de sulfate de chaux (43 %) avec un peu de sel marin.

Le Dr **F. Julius Kühn** (*) insiste sur l'importance des gisements de potasse en Allemagne pour l'agriculture de ce pays.

C'est surtout la betterave à sucre qui absorbe de grandes quantités de potasse, puisque ses cendres en contiennent 78 % , alors que celles des pommes de terre en contiennent 73,6 %, celles des trèfles jusqu'à 52 %.

Une récolte moyenne d'orge enlève à l'hectare 43 kilogrammes de potasse, une de seigle 48 kilogrammes.

Il y a donc à craindre que le sol ne s'appauvrisse avec le temps en potasse, si on n'a pas soin d'appliquer des engrais potassiques. Ces engrais sont nécessaires surtout pour les terrains marécageux très pauvres en potasse. Pour les terrains sablonneux, cela paraît moins nécessaire, quoique les essais de Schultz-Lupitz ont démontré aussi dans ce dernier cas la grande utilité de ces engrais.

Schultz a réussi au moyen d'engrais potassiques à obtenir sur un terrain sablonneux très pauvre une riche récolte de trèfle, dont les racines avaient alors emmagasiné tant d'azote, que les céréales dont la culture suivait celle du trèfle, ont donné une riche récolte sans que l'on ait dû ajouter des engrais azotés. Mais même les terrains les plus riches s'appauvrissent en potasse avec le temps, au moins dans les couches supérieures, alors que les couches inférieures qui ne sont pas atteintes par la charrue conservent leur potasse pendant très longtemps.

Ce sont les gisements de Stassfurth qui sont la principale source de potasse. Elle s'y trouve, il est vrai, à l'état de sulfate et de chlorure, mais elle est tout aussi efficace sous cette forme que sous la forme de carbonate de potasse, qui se trouve dans les cendres de bois.

Les cendres de bois ont cependant l'avantage d'amener dans le sol en dehors de la potasse encore de l'acide phosphorique, alors que les sels de Stassfurth n'en contiennent pas. — On a cru aussi que les chlorures de magnésium et de calcium qui se trouvent dans le sel de Stassfurth pouvaient avoir une action nuisible, mais cela n'est nullement démontré. Remarquons seulement que tous les chlorures, même les chlorures alcalins, diminuent la richesse des betteraves (et aussi la quantité d'amidon dans les pommes de terre), quand on les applique au printemps, et non pas en automne. Observons aussi que les sels de potasse sont retenus fortement par le sol et ne passent que très lentement dans le sous-sol ; ils ont la propriété de favoriser l'absorption de l'humidité par le sol.

Le Dr **Dietzel** a constaté un autre avantage des sels de potasse, celui d'empêcher la perte d'azote par volatilisation dans le fumier de ferme ; on peut, par conséquent, utiliser les sels de Stassfurth avec avantage pour fixer l'ammoniaque du fumier.

L'exploitation des sels de potasse a une très grande importance. Elle est montée de 668,000 tonnes en 1880 jusqu'à 910,000 tonnes (à 1,000 kil.) en 1881, et tend à s'accroître encore, par les achats considérables qui se font

(*) N. Z. X, p. 21.

surtout de la part des Etats-Unis d'Amérique. Ces achats constituent un danger sérieux pour l'avenir de l'agriculture en Allemagne.

Le Dr **Fr. Wagner** (*) a observé que la température du sol s'élève par l'application d'engrais organiques, pourvu qu'elle ne soit pas en dessous de $+ 10^{\circ}$. Cette élévation de température est d'autant plus grande qu'on applique plus d'engrais et que cet engrais se décompose plus rapidement. Elle varie en pratique de $0,10^{\circ}$ à $0,40^{\circ}$, et peut persister pendant 4 à 12 semaines; cependant elle est la plus forte immédiatement après l'application des engrais. Dans des cas très rares, quand on avait appliqué des engrais qui se décomposent extrêmement vite, la température monte quelquefois de 1° et même de $2,8^{\circ}$ (pour la paille de fèves). Cette élévation de température paraît modifier les propriétés physiques du sol, mais comme elle est faible, son influence sur la fertilité des terres est nulle.

(*) *Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik*, t. 5, n° 5, par Z. 33, p. 104.

CHAPITRE V

PHYSIOLOGIE

Aimé Girard (*) a fait des recherches sur la saccharogénie dans la betterave, en analysant les feuilles de betteraves régulièrement le soir et le matin pendant toute la durée de la végétation. — Voici les résultats auxquels ces essais ont abouti :

Les feuilles de betteraves contiennent toujours du saccharose et des sucres réducteurs. La quantité de ces derniers est sensiblement la même au déclin du jour et à la fin de la nuit. On la voyait seulement augmenter au fur et à mesure qu'avance le développement de la plante, depuis 0,50 % (19 juin) jusqu'à 3,36 % (le 4 octobre). Les quantités de saccharose contenues dans les limbes, indépendantes de l'âge du végétal, se montrent, au contraire, intimement dépendantes de la quantité de lumière que la plante a récemment reçue. Si la journée a été lumineuse, ces quantités se montrent considérables (jusqu'à 0,94 %) à la fin du jour ; si elle a été sombre, elles sont moindres ; mais, dans les deux cas, la plus grande partie du saccharose disparaît pendant la nuit.

Il paraît démontré que le sucre se forme dans les feuilles, puis est transporté à travers les pétioles jusqu'à la souche, où il s'emmagasine peu à peu.

Corenwinder (**) a fait des essais biologiques sur la betterave. On peut déduire de ses essais les conséquences suivantes :

1° La betterave croissant dans un sol dépourvu de matières organiques, emprunte par ses feuilles à l'anhydride carbonique de l'atmosphère tout le carbone qui lui est nécessaire pour l'élaboration du sucre ;

2° Celle qui végète dans un sol de moyenne fertilité, emprunte à la même source le carbone nécessaire pour remplir ce même rôle (il n'est pas certain que celle-là soit la seule source de carbone) ;

3° Enfin celle qui végète dans un sol riche de matières carbonées (humus) absorbe aussi du carbone par les racines.

La betterave venue dans un sol dépourvu de matières carbonées (sable), pesait 490 et contenait 12,26 % de sucre, soit, par rapport à son poids, 60^g,07 ;

(*) J. d. F. S. 25, n° 6.

(**) *Annales agronomiques*, tome IX, p. 97.

la végétation de cette plante ayant été de cinq mois, la consommation d'acide carbonique est fixée à 31 centilitres par jour.

La betterave cultivée dans du terreau pesait 1^k,145; richesse en sucre 10,60 %; soit donc pour la racine 121 s,37 de sucre.

Malgré une production foliacée très abondante, la quantité de sucre n'est pas en rapport avec ses feuilles si multipliées; cela à cause :

1° De la perte en sucre déjà élaboré, servant de nourriture aux jeunes pousses qui se produisent en abondance ;

2° De ce que le pouvoir réducteur des feuilles a diminué, parce que ces organes se développant ordinairement quand la saison est déjà avancée, la lumière a perdu de son intensité ;

3° Il faudrait aux betteraves dont les feuilles sont d'un vert foncé, vigoureuses, une prolongation de l'été pour leur faire acquérir une richesse saccharine en rapport avec les organes qui ont été édifiés.

A. Pagnoul (*) (*Arras*) a fait en 1883 des études sur le développement de la betterave, en analysant, de 10 en 10 jours, un échantillon moyen pris sur un champ de betteraves.

Nous avons réuni dans un tableau (page 408) les principaux résultats de ces expériences. Ajoutons seulement que l'analyse des feuilles a été faite également et a donné des résultats analogues à celle des racines, quant à l'augmentation ou la diminution des principes minéraux et azotés, pendant la végétation.

Voici, en somme, les déductions que l'auteur tire de ses expériences :

1° Possibilité d'obtenir de grands rendements (87,000 kil.) à l'hectare en cultivant des betteraves riches, en culture serrée ;

2° Progression continue de la richesse saccharine jusque vers le 10 septembre — après cette époque, la richesse varie légèrement tantôt en moins, tantôt en plus ;

3° Le poids des feuilles va en croissant jusqu'en juillet, puis en décroissant jusqu'en octobre. Le poids des feuilles rapporté au poids des racines est, au 21 octobre, 20 fois plus faible qu'au 21 juin ;

4° Quant à l'élaboration du sucre, on peut établir trois périodes : 1° du 21 juin au 21 juillet et du 19 septembre au 29 octobre, la production de sucre est, par are, de 4 à 5 kilogrammes ; 2° du 31 juillet au 9 septembre, elle s'élève à 14 kilogrammes par are ;

5° La richesse de la betterave subit une dépression lorsque septembre et octobre ont des pluies abondantes (cas pour l'année de l'expérience) ;

6° Les cendres alcalines vont en décroissant jusqu'en août; à partir de cette époque, elles varient à peu près en sens inverse du sucre ;

7° L'azote et l'acide phosphorique varient alternativement (% de racines et de feuilles) en plus ou en moins, mais sans régularité ;

8° Pour ce qui concerne les nitrates, les séries décroissantes sont nettement tranchées. Il n'y aurait donc nul inconvénient, au point de vue de la richesse, à donner aux betteraves 400 à 500 kilogrammes de nitrates à l'hectare.

(*) J. d. F. S. 24, n° 52.

1883. — Date.	Dans les dix jours précédents					Poids en grammes		SUCRE % gr. de racines.	PURETÉ.	Pour 100 grammes de racines.			
	Température moyenne		Heures de soleil.	Pluie en m/m.	des racines.	des feuilles.	Sels alcalins.			Acide phospho- rique.	Azote.	Nitrate.	
	de l'air.	du sol											
24 juin.	142	171	80	9.0	13	58	5.38	53	0.82	0.089	0.33	0.36	
1 juillet	187	185	76	14.3	70	187	6.55	62	0.79	0.096	0.30	0.21	
11 —	193	212	69	2.7	149	270	8.48	71	0.55	0.105	0.28	0.21	
21 —	153	183	43	39.8	200	338	8.36	73	0.51	0.077	0.17	0.13	
31 —	152	176	34	27.4	388	420	8.79	75	0.48	0.089	0.20	0.09	
10 août.	161	181	52	11.5	440	365	11.20	79	0.36	0.107	0.22	0.04	
20 —	176	182	61	5.7	526	366	11.73	78	0.43	0.102	0.23	0.06	
30 —	193	199	73	0.5	622	310	12.72	83	0.43	0.090	0.24	0	
9 septembre. . .	147	175	27	17.5	726	205	12.97	85	0.36	0.079	0.18	0	
19 —	157	164	59	33.3	844	254	11.91	83	0.38	0.072	0.18	0	
29 —	142	154	44	60.5	850	212	11.35	83	0.42	0.072	0.16	0	
9 octobre. . . .	98	126	10	51.6	916	218	11.86	85	0.37	0.079	0.17	0	
19 —	113	119	25	21.9	962	233	10.76	83	0.42	0.082	0.17	0.06	
29 —	98	106	20	13.6	971	196	11.92	84	0.40	0.077	0.15	0.02	

II. Leplay avait présenté déjà en 1861 à l'Académie des sciences trois mémoires (*), ayant pour titre général « Etudes chimiques sur la betterave à sucre dite betterave blanche de Silésie ». Parmi les nombreuses observations consignées dans ces mémoires, nous rappellerons spécialement celles sur le rôle joué par le carbonate de chaux dans la végétation de la betterave. Leplay avait démontré que la betterave, pendant toute la durée de sa végétation, absorbe du carbonate de chaux (et du carbonate de potasse) de la partie du sol qui avoisine les radicelles, et qu'elle devient plus riche en sucre quand ce sol contient beaucoup de carbonate de chaux.

Leplay a continué en 1882 ces études très intéressantes et a réuni les résultats de ses observations dans un nouveau mémoire présenté à l'Académie des sciences (**).

Ce mémoire traite particulièrement des sujets suivants :

1° De l'absorption par les radicelles de la betterave pendant sa végétation, des carbonates et bicarbonates de chaux contenus dans le sol ;

2° De leurs transformations en composés organiques à base de potasse et de chaux, soit acides végétaux et tissus ;

3° De l'accumulation des bases potasse et chaux en combinaison organique dans les différentes parties de la betterave pendant sa végétation ;

4° De leur influence sur le développement du sucre dans la partie de la betterave en terre, c'est-à-dire dans la racine ;

5° Des réactions chimiques qui peuvent s'opérer et par lesquelles on peut représenter la transformation du bicarbonate de potasse, de chaux et d'ammoniaque du sol, absorbés par les racines, en acides végétaux, en tissus et en produits azotés pendant la végétation de la betterave.

Le Dr **G. Marek** (***) (*Königsberg*) a recherché quelle est la partie de la betterave qui renferme la quantité moyenne de sucre.

Il a constaté que pour les racines grosses et moyennes, cette partie se trouve entre le 1^{er} et 2^e huitième de la longueur (en comptant depuis le collet à l'extrémité de la racine) ; pour les petites racines, elle est située un peu plus haut.

Anton Kukla (†) a examiné, par de nombreux essais faits de 1880 à 1882, l'influence du temps sur la croissance et le développement des betteraves. Il en conclut que le temps le plus favorable au développement des betteraves est celui-ci : Aux mois de juillet, d'août et pendant la première moitié du mois de septembre, il faut un temps pluvieux et chaud ; dans la deuxième moitié de septembre, il faut un temps sec. De la pluie sans chaleur pendant les premiers mois ne suffit pas pour la croissance des betteraves. Pour mûrir la betterave, il suffit d'un temps sec, sans égard à la chaleur.

Quant à la qualité des betteraves, la qualité et la situation du sol ont également une grande influence sur elle. Dans les terrains secs, la polarisation était

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome LI, pages 166 et 201 et tome LIII, p. 185.

(**) B. d. A. C. n^{os} 3, 4, 5, 6, 7.

(***) N. Z. X, p. 9 et B. A. d. C. n^o 2.

(†) B. Z. VII, p. 470.

toujours plus élevée que dans les terrains humides, sans que le poids des betteraves fût moindre pour cela.

Mais ce sont les graines des betteraves qui décident en premier lieu de leur qualité, et il a été observé surtout que la « Vilmorin blanche » produisait des betteraves beaucoup plus riches que la « Vilmorin rouge. »

Fr. Farsky (*) (à Tabor, en Bohême) a étudié la question de savoir s'il y avait avantage de couper la tige des betteraves montées. Ses expériences ont démontré, contrairement à l'opinion du docteur **Marck**, qu'il y a avantage à la couper, ce qui concorde avec l'opinion de beaucoup d'hommes pratiques, tels que **G. Hodek** et **Proschek**. Ce dernier soutient que l'enlèvement de la tige n'est utile qu'avant la floraison des betteraves.



Fig. 273.

G. Dureau (**) combat l'effeuillage des betteraves, pratiqué souvent par des cultivateurs peu intelligents. Cette pratique est fort dangereuse, car la feuille que l'on enlève repousse au détriment de la richesse saccharine de la betterave, qui ne peut plus mûrir. Cela a été démontré d'une manière incontestable par les essais de Schacht, Nobbe et Siegert, Corenwinder, etc. La figure ci-jointe

(*) B. Z. VII, p. 97.

(**) J. d. F. S. 24, n° 1.

(fig. 273) donne une idée de l'effet funeste que l'effeuillage a sur la forme des racines. Les deux betteraves à gauche sont des sujets normaux, celles à droite sont des betteraves qui avaient été effeuillées.

Quant à la pratique d'enlever les tiges porte-graines formées dans le champ vers la fin de la végétation de la première année, elle ferait remonter un peu la teneur saccharine des betteraves montées, qui devient alors normale.

H. Pellet (*) et **A. Le Lavandier** ont fait des expériences sur l'influence de l'écartement des plants au point de vue du rendement en poids et de la qualité des betteraves. Voici les conclusions auxquelles ils sont arrivés :

1^o Lorsqu'on plante la betterave pour ne laisser que 6 à 7 betteraves au mètre carré, il paraît préférable de n'espacer les lignes que de 0^m40 à 0^m42 ;

2^o Au contraire, lorsqu'on tient à laisser de 10 à 12 racines au mètre carré, l'influence de l'écartement entre les lignes ne paraît pas se faire sentir d'une façon bien appréciable ;

3^o Que, pour avoir richesse et quantité, il faut laisser au moins 10 betteraves au mètre carré et que le poids moyen d'une racine ne doit pas dépasser 500 à 600 grammes.

Les expériences ont été faites dans les fermes de M. Simon Legrand (Bersée, Nord).

H. Briem (**) (*Gröbers*) a constaté que la quantité d'eau contenue dans les betteraves augmentait pendant leur conservation dans les silos.

Voici les chiffres observés pour deux lots de betteraves :

	Quantité d'eau	
	I	II
1 ^{er} novembre 1883	83.4	80.2
1 ^{er} décembre —	83.7	81.0
1 ^{er} janvier 1884	84.2	81.4
1 ^{er} février —	85.0	81.9

Le même phénomène a été constaté en 1880 par **Marek** dans des proportions encore plus fortes. La quantité d'eau des betteraves essayées par lui montait de 79.3 jusqu'à 83.0 vers la fin de mars.

Le Dr **H. Röhmer** (*Bernburg*) (***) a observé que le poids des betteraves augmentait dans les silos. Il attribue ce fait à la circonstance que les betteraves s'étaient fanées pendant le temps écoulé entre l'arrachage et l'ensilage.

La végétation de la betterave porte-graines a été l'objet d'études de la part de **H. Leplay** (†). Les résultats auxquels il est arrivé peuvent en partie s'appliquer aux betteraves montantes de la première année.

1. Le sucre de la plante mère va en diminuant jusqu'à la maturité des graines ; à ce moment, elle n'en contient plus.

(*) J. d. F. S. 25, n° 11.

(**) D. Z. J. IX, n° 43.

(***) O. 21, p. 282.

(†) Académie des sciences, Paris, 1884.

2. Les tiges, les feuilles, les graines vertes (mi-juillet) ne contiennent pas de sucre.

3. La densité du jus va en diminuant dans la racine et en augmentant progressivement dans la tige, puis dans les feuilles, et enfin dans les graines.

4. Les sels à acides végétaux à base de potasse croissent dans le jus des diverses parties de la plante.

5. Les sels de chaux à acides végétaux solubles se trouvent dans toutes les parties du végétal.

6. Les parties aériennes de la plante mère paraissent contenir plus de chaux en combinaisons organiques insolubles que les parties aériennes de la betterave en végétation de 1^{re} année.

7. Il se produit, dans la porte-graines, un mouvement ascensionnel vers les graines, des bases de potasse emmagasinées en première année.

8. Les sels de potasse se fixent surtout dans les graines.

9. La potasse et la chaux à combinaisons organiques contenues dans la porte-graines ne suffisent pas aux besoins de sa végétation; la plante mère réclame du sol, pour arriver à complet développement, une quantité dix fois plus grande de ces sels.

10. La potasse, en fonction terminale, paraît contribuer à la formation de la graine, et la chaux à celle des tissus.

Le D^r **R. Keyser** (*) a déterminé la quantité de sucre de canne et de sucre interverti qui se trouve dans les organes (feuilles, tiges, racines, etc.) de différentes plantes.

Les expériences ont porté sur les plantes suivantes :

Le raisin (*Vitis vinifera*), le poirier (*Pirus communis*), la betterave fourragère (*Beta vulgaris*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), l'oignon (*Allium cepa*), le chou-fleur (*Brassica oleracea cauliflora*) et le pin (*Picea excelsa*).

Il a constaté la présence du sucre interverti dans les organes de ces plantes, et celle du sucre de canne dans les feuilles et dans plusieurs des autres organes. A l'exception des betteraves, les différentes racines ne contenaient aucune trace de sucre de canne.

Le D^r **Herman Müller-Thurgau** (**) a étudié le phénomène de l'accumulation du sucre (ou plutôt de la glucose) dans les organes de certaines plantes, sous l'action d'une basse température. Ce phénomène a été observé surtout pour les pommes de terre. Le travail en question est très intéressant au point de vue physiologique et offre aussi un certain intérêt pour l'étude des phénomènes végétaux qui se passent dans la betterave sous des conditions analogues.

(*) Z. 33, p. 907.

(**) O. 21, pages 16, 99, 212 et 289.

CHAPITRE VI

INSECTES NUISIBLES

LES NÉMATODES.

On a observé depuis quelques années que des terres se refusaient à porter la betterave lorsqu'on faisait venir cette plante racine à de trop courts intervalles sur la même terre. Cet état de fatigue est dû à la présence dans le sol de petits insectes en quantité plus ou moins grande et qu'on a nommé les nématodes de la betterave.

Les nématodes sont des vers ronds à corps allongé, fusiforme ou filiforme, munis d'une bouche et d'un canal digestif; la bouche est armée de piquants, de crochets et même d'un aiguillon; les nématodes se nourrissent de sucs organiques qu'ils attirent par succion dans leur œsophage.

Les nématodes sont pour la plupart ovipares, ils ne sont que rarement vivipares. Ils vivent en général, pendant leur jeune âge, dans un autre milieu qu'à l'état adulte; dans leur jeunesse, on les trouve dans les tissus parenchymateux d'où ils émigrent à l'âge adulte. Enfin, les descendants des nématodes parasites vivant dans la terre humide représentent une génération particulière de petits vers mâles et femelles dont les descendants émigrent de nouveau et deviennent parasites.

Un phénomène remarquable, c'est la faculté que possèdent beaucoup de petits nématodes de résister pendant longtemps au dessèchement, et de revenir à la vie quand ils se trouvent dans des milieux humides.

Le Dr J. Kühn (*) a proposé de cultiver, sur les terrains infestés par ces parasites, des plantes auxquelles ces petits insectes s'attachent le plus volontiers, telles que le colza (*Brassica oleifera* Metz g.) Au bout de quelques semaines, on arrache, avec précaution, les jeunes plantes dont les racines sont couvertes de nématodes, et on détruit ces dernières par de la chaux vive (une partie de chaux pour six parties de plantes et de terre). On renouvelle l'ensemencement et l'arrachage encore une ou plusieurs fois pour se débarrasser complètement des nématodes.

Le Dr C. Bürstenbinder a proposé l'emploi d'un guano destructif qu'il

*) Z. 33, p 96.

appelle « Regenerator ». Le Dr Kühn a essayé cet ingrédient à la dose de 125 kilogrammes par 30 ares de terre, mais il n'a constaté aucune amélioration. Cette observation est confirmée par Sachse (Hohenthurm). Les feuilles de tabac et une combinaison de phénol et de chaux proposée par Billing-Daum et C^{ie}, n'ont donné de même aucun résultat utile.

Le moyen suivant, essayé par le Dr Kühn aux environs de Halle, paraît avoir donné, au contraire, de bons résultats.

On a semé, sur un champ d'essai qui était infesté de nématodes, du colza à la dose de 38 kilogrammes par hectare; la semaille s'est faite le 3 avril; les premières graines ont levé le 11 avril. Le 15 mai, c'est-à-dire 34 jours après la levée, on a commencé la récolte des jeunes plantes. A cet effet, on donne au sol un binage de 3 centimètres de profondeur, au moyen d'une houe à couteaux très rapprochés, puis un second binage à 5 centimètres de profondeur et obliquement au premier. A ces opérations succède un hersage énergique. Les plantes empoisonnées se dessèchent et entraînent la mort des nématodes. Les plantes restées vertes malgré cette façon sont hachées à la main. La destruction des racines des plantes empoisonnantes est activée au moyen du scarificateur suivi d'un labour à 10 centimètres. On procède à un second manègement, puis, en temps opportun, aux mêmes opérations de destruction.

Pour que ce moyen réussisse, il est indispensable d'observer fréquemment, au microscope, le développement des nématodes. Les plantes doivent être détruites juste au moment où les nématodes commencent à prendre la forme de vers, et que leur extrémité postérieure s'arrondit en forme de bouteille. Cela arrive au bout de 34 ou 35 jours après la levée des graines quand le temps est froid, et parfois au bout de 18 jours quand le temps est chaud.

Pour les champs qui sont très infestés de nématodes, il est nécessaire de renouveler cette opération, non pas deux fois, mais trois ou quatre fois, c'est-à-dire pendant une année entière. De plus, il faut tenir compte du fait que les nématodes ont la faculté d'émigrer d'un champ à un autre, lorsqu'ils revêtent la forme de l'animal sexué.

Le Dr Kühn publiera prochainement les résultats pratiques de ses essais.

Des essais analogues ont été entrepris par le Dr **H. Roemer** (*) (*de Bernburg*), pour essayer la destruction des nématodes sur un champ qui était beaucoup moins infesté que celui de Halle, soumis aux essais du Dr Kühn.

On a semé, le 24 avril, 18 kilogrammes de colza par hectare, en lignes distantes l'une de l'autre de 12 centimètres. Le 1^{er} mai, les plantes ont levé, mais on n'y a pu constater les premiers nématodes que le 2 juin. Le 7 juin, on a commencé la destruction des plantes. Le champ fut divisé en deux parties: dans l'une, les plantes furent arrachées à la main; dans l'autre, on a récolté d'abord le colza, qui était déjà assez développé, puis on a détruit, le 12 juin, les racines, par un labour à 22 centimètres de profondeur. On a laissé le champ en repos jusqu'au 17 avril, puis on a

(*) Z. 33, p. 273.

labouré la terre et on a semé de nouveau du colza qui a levé le 29 août. Le 28 septembre, on a constaté les premiers nématodes. Le 22 septembre, la destruction des plantes fut faite de la même manière que la première fois. L'avenir montrera si ces essais ont été heureux.

Il résulte d'un article publié sous la signature de **A. Damseaux** (*) que Taschenberg avait indiqué vers 1880 quelques moyens de se garer des ravages des nématodes. Les voici :

1° Détacher les racines des betteraves destinées à l'ensilage et opérer cette opération sous le jet d'eau d'une pompe au moyen d'un petit balai en paille de riz ;

2° Destruction des débris des betteraves infestées par de la chaux (1 partie de chaux pour 4 de déchets) ;

3° Eviter le retour trop fréquent, sur un même champ, de la betterave.

Kühn lui-même, en 1877, avait employé la chaleur comme moyen de détruire les nématodes. Dans ce but, il tuait les vers en calcinant la couche arable. Ce procédé a été abandonné comme étant trop coûteux.

En 1881, Kühn imagina son système de désinfection par les plantes empoisonnantes, après avoir successivement essayé diverses espèces de chaux, le cresson de jardin, la navette d'hiver, le colza d'hiver ; il s'arrêta enfin au choix de la navette de printemps, qui sur les plantes précédentes jouit de deux grands avantages : être moins sujette aux attaques de l'altise, et par son appareil racinaire étendu, traçant et la grande facilité de son arrachage.

Il y a cependant quelques précautions à prendre dans l'emploi du procédé Kühn. Ainsi une semaille d'automne aurait eu pour résultat la multiplication des vers.

Les observations recueillies par Kühn indiquent que la récolte des plantes empoisonnantes doit se faire vers le 32^e jour pour les semis de printemps et vers le 25^e jour pour les semis d'été.

En retardant la récolte des plantes attrapantes au delà de ces limites, on risque d'infester les champs soit que les nématodes émigrent de leur milieu larvaire, soit que les femelles aient déposé leurs œufs dans le sol.

La destination à donner aux débris des plantes attrapantes est toute indiquée : en faire des composts et employer ceux-ci sur des terres non destinées à la betterave.

Aimé Girard (**), dans une communication à l'Académie des sciences, donne quelques indications sur les mœurs, les ravages et les moyens de destruction des nématodes.

« A l'état d'anguilles agiles, mesurant environ trois dixièmes de millimètre, les nématodes attaquent les racines, se logent sous leur écorce, la soulèvent, la font éclater, et sur place, fixés par leur suçoir, vivant aux dépens de la sève, se transforment peu à peu en sacs, ayant l'apparence d'un citron rempli d'œufs et mesurant environ 1 millimètre de diamètre. Accumulés sur les racines, ces petits sacs d'un blanc laiteux, aisément visibles à l'œil nu, y forment souvent de véritables chapelets. »

(*) Sucrerie Belge, n° 4.

(**) Comptes rendus, 24 nov. 1844 — n° 21.

On a constaté leur présence dans les départements de Seine-et-Oise, de l'Oise, de Seine-et-Marne, du Nord.

A Gonesse, des betteraves nématodées ne donnaient plus que 8,29 — 7,88 — 6,32 — 5,98 et même 3,92 pour 100, alors que dans les pièces voisines les mêmes betteraves titraient 12 ou 13 % de sucre.

Les anguillules périssent lorsqu'on les touche d'une goutte d'eau battue au contact du sulfure de carbone. Le Dr Kühn avait déjà appliqué le sulfure de carbone à la dose de 0^{gr} 040 par kilogramme de terre; dans ces conditions, les nématodes diminueraient rapidement. Augmenter ces faibles proportions et traiter par cet agent les ruches nématodées, est donc un moyen qui s'indique aussitôt. M. Girard se propose d'appliquer ce moyen de destruction aux pièces nématodées de Joinville (Seine).

Les nématodes ont été signalés dans la campagne de Tirlemont dès 1882, et plus tard, si pas en même temps, à Bernissem (près Saint-Trond). Dans les deux endroits, on se trouve en présence d'un sol portant la betterave depuis une quarantaine d'années, et il n'est pas rare d'y rencontrer des pièces de terre ayant subi la betterave tous les 3 ans, tous les 2 ans, et même jusqu'à trois fois en quatre années.

La chaux, appliquée au sol, est restée sans effet contre les nématodes. A Tirlemont, on remarque que les nématodes ne se montrent que dans les terres légères (sablo-argileux); les terres fortes échappent à l'invasion. De plus, on remarque que toutes les façons qui tendent à plomber le sol (roulages, passages des animaux, des attelages, etc.) éloignent les nématodes. Cependant, à Tirlemont, on considère comme le plus sûr moyen de se préserver des attaques des nématodes, de laisser au moins s'écouler quatre années entre chaque récolte de betteraves.



Fig. 274.

Nous donnons ci-dessus (fig. 274) un dessin représentant une racine de betterave A avec son chevelu, sur lequel on distingue parfaitement des nématodes BBB en grandeur naturelle. Nous voyons à droite un nématode

femelle *C* gonflée d'œufs, notablement agrandi. Au-dessus de ce dernier dessin se trouve représenté le suçoir du ver.

La figure 275 représente, d'après une photographie prise par M. Kühn, un champ infesté de nématodes. Ce champ a été divisé en deux parties séparées diagonalement : l'une d'elles a été traitée, suivant son procédé, par la culture rationnelle de plantes-pièges, tandis que l'autre n'a pas été soumise à ce traitement.



Fig. 275.

INSECTES DIVERS.

Le **Dr Märcker** (*) a constaté les ravages du scarabée de la betterave (*Ato-maria linearis*) dans un champ du Hanovre. Ce scarabée est de couleur brune et n'a qu'une longueur de 4,5 millimètre. Ses antennes, qui sont un peu épaisses, ont 11 articulations et se trouvent placées entre les yeux. Le corselet du cou a la même largeur et longueur ; il est légèrement dentelé aux côtés et finement pointillé, de même que les élytres. Les larves ont la couleur de rouille et attaquent les racines des jeunes plantes. Quand les plantes sont plus développées, leurs racines noircissent par suite de l'attaque de ces larves. Ce scarabée, paraît-il, passe l'hiver dans de petites racines de betteraves. Pour faire disparaître cet insecte du champ infesté, il faut y interrompre pendant de nombreuses années toute culture de betteraves.

K. Polak (**) (*Prague*) décrit les ravages d'un autre scarabée (*Cassida* var. *affinis*) en Bohême. Ce scarabée, vu du haut, a une couleur verte jaunâtre,

(*) N. Z. 10, p. 297.

(**) D. Z. J. 8, n° 35.

et un corps aplati, ovale, semblable à celui d'une punaise. La tête et les pieds ne sont pas visibles du haut. Les élytres sont pointillées de noir suivant des rangées costées en coin dans leur longueur. Le corselet du cou est d'une seule couleur et est finement pointillé. La partie inférieure est noire, à l'exception du bord du ventre et des pieds qui sont verdâtres. Les antennes sont verdâtres aussi, mais noires à leurs extrémités. La longueur de ce scarabée est de 7 à 8 millimètres, sa largeur de 4 à 4 1/2 millimètres. Il passe l'hiver sans transformation et peut produire deux générations par an. Les femelles déposent leurs œufs à la partie inférieure des feuilles, où la larve passe sa vie et se transforme en chrysalide. La larve est verte jaunâtre, avec deux étroites lignes blanches le long du dos. Elle est plate, ovale, couronnée de poils et présente une double queue.

Tous ces scarabées disparaissent généralement au bout d'un certain temps, soit qu'ils soient détruits par les ichneumonides, soit qu'ils meurent par une espèce d'épidémie causée par les émanations putrides de leurs propres cadavres.

Comme ils préfèrent les arroches aux betteraves, les champs qui n'ont pas été parfaitement nettoyés sont moins attaqués par eux que les autres.

J. Kühn (*) a observé une maladie des jeunes betteraves caractérisée par le noircissement des radicelles et occasionnée par les larves du scarabée de la betterave, l'*atomaria linearis*, et du mille-pieds, *julus artem*. Afin de prévenir les manquements et les inconvénients qui ne manqueraient pas de se produire à la suite de cette maladie, Kühn conseille, dans les champs qui sont sujets aux ravages de ces insectes, de procéder ainsi qu'il suit : semer une quantité de graine double de la quantité habituelle et, de plus, tremper les graines à semer pendant 20 minutes dans un liquide spécial composé de 100 parties d'eau pour 1 partie de sulfate de magnésie et 1 partie d'acide phénique. Les graines ainsi préparées ont donné des betteraves qui ont résisté aux ravages des insectes.

Il a découvert (**) encore un autre parasite qui se nourrit aux dépens de la betterave et qu'il appelle « Pythium de Baganum ».

Ce parasite est probablement identique avec le « *Lucidium pythioides* » constaté par Lohde sur les racines de la betterave.

F. Dupont (***) signale aussi une maladie de betteraves observée aux environs de Francières (Oise) et due également à des insectes.

Par suite de leur présence, les feuilles noircissent et disparaissent finalement, la partie de la racine qui sort de terre noircit également, et le collet présente généralement des cavités qui donnent asile à ces insectes. Il y en a de diverses espèces, d'abord le *scolopendres* (ou mille-pattes), puis la puce de terre (*atomaria linearis*), et ensuite deux insectes, l'un très nombreux muni d'élytres, l'autre aptère. Ces deux derniers sont de couleur brune et très agiles, de sorte qu'il est difficile de les saisir. A l'intérieur des betteraves, il y a une cavité pleine d'œufs et d'une espèce de végétation fromenteuse.

(*) S. B. 11, n° 20.

(**) Z. 33, p. 101.

(***) S. J. 22, n° 9.

Les betteraves atteintes sont entièrement perdues pour la fabrication.

En Belgique (*), dans les environs de Châtelineau, on a signalé également des insectes qui se sont abattus en quantités innombrables sur les champs de betteraves, en y causant beaucoup de dégâts. Il s'agit probablement d'une invasion d'un puceron, l'*Aphis papaveris* F. (*A. fabae* Scap.), de l'ordre des Hémiptères.

Pour détruire les pucerons, on a conseillé d'arroser les plantes avec divers liquides ou de les saupoudrer de différentes matières pulvérulentes.

Les liquides recommandés sont principalement : l'eau de savon, une décoction de bois de quassia ou de mauvais tabac, etc.

En outre, on conseille le moyen suivant : On agite 5 litres de suie pendant 10 à 15 jours dans 2 hectolitres d'eau tiède, puis on filtre à travers un fin tamis sur un vase propre où se trouvent 3 litres de charbon de bois saupoudrés de 3 livres de chaux fraîche. Après 2 jours, le liquide est de nouveau filtré, et alors suffisamment clair pour servir à l'aspersion des plantes attaquées. L'arrosage avec des liquides doit être répété plusieurs fois à de courts intervalles. Une soirée chaude est le moment le plus favorable.

En fait de matières pulvérulentes, nous citons : le gypse, le poussier de chaux, la poudre de tabac, la cendre de bois tamisée. Leur application doit se faire après une pluie ou après un arrosage artificiel. Un cultivateur essaya aussi avec succès le moyen suivant : Il grilla 5 kilogrammes de sel et en mélangea la poudre avec 2 sacs de cendres de tourbe ; le tout fut, par un jour « sec », répandu sur un champ de pois qui avait été envahi par les pucerons. En 24 heures, ceux-ci disparurent.

Parmi les ennemis de la betterave, il faut compter aussi la larve du hanneton, la chenille de terre grise (*Nortua segetum*) et quelques limaçons. Pour s'en débarrasser, F. KNAUER (**) conseille simplement de protéger les ennemis de ces insectes, savoir : la taupe, l'étrépaneau, la corneille moissonneuse (noire à bec blanc), la perdrix, la caille, l'alouette, le loriot et beaucoup d'autres oiseaux.

(*) *Journal de la Soc. agr. du Brabant*, 1883, n^{os} 30 et 31.

(**) F. KNAUER. *Der Rübenbau*. Berlin, 1882.

CHAPITRE VII

QUESTIONS ÉCONOMIQUES

Le **D^r Th. von der Goltz** (*) (*Königsberg*) passe en revue les modifications que la culture des betteraves entraîne dans les pays où cette culture est nouvelle, notamment dans la Prusse orientale. Voici le résumé de ses développements :

a. *Influence sur l'agriculture.* Le labourage des terres doit se faire à une profondeur de 25 ou 30 centimètres, ou mieux encore de 35 à 40 centimètres.

Mais les terres qui n'ont pas été soumises jusqu'ici à un labour profond ne doivent être approfondies que peu à peu, et il faut bien se garder de ramener à la surface une forte couche du sous-sol. L'action du fumier à forte dose est très favorable pour ces terres, alors que l'emploi des engrais artificiels convient mieux pour les terres, qui produisent des betteraves depuis longtemps.

Les binages réitérés (au moins 4 fois) exigent une plus grande main-d'œuvre et plus de bêtes de somme, mais ils ont pour effet d'améliorer considérablement le sol et, de plus, les pierres sont enlevées ; les mauvaises herbes et les animaux nuisibles sont détruits par ce travail.

Voici un exemple de l'ordre que l'on peut faire suivre aux différentes cultures : 1^o Céréales d'hiver (avec fumier) ; 2^o betteraves (avec engrais artificiel) ; 3^o céréales d'été ; 4^o légumineuses ; 5^o céréales d'hiver (avec fumier) ; 6^o betteraves (avec engrais artificiel) ; 7^o céréales d'été ; 8^o trèfle à faucher ; 9^o trèfle de pâturage avec jachère d'été.

On peut même supprimer au commencement la culture des betteraves en 6^o et la remplacer par celle des pommes de terre, du turneps, etc.

A mesure que la culture des betteraves s'étend, la jachère disparaît, et il n'y a plus de place pour la culture du colza. La surface consacrée à la culture des céréales diminue, mais son rendement s'élève par suite du travail plus soigné du sol.

b. *Influence sur l'élevage du bétail.*

Les têtes de betteraves, avec les feuilles et surtout les cossettes de diffusion, constituent une abondante nourriture pour le bétail, et peuvent être conservées facilement en silos ; elles ont le seul inconvénient de

(*) O. 21, p. 117.

contenir beaucoup d'eau et doivent être mélangées, pour cette raison, avec des nourritures fortes et sèches telles que les tourteaux de colza ou le son.

Les dépenses faites pour acheter ces dernières-matières alimentaires sont vite remboursées par l'augmentation du rendement en lait, beurre, et par l'engraissement du bétail.

On peut donner au bétail de 20 à 25 kilogrammes de têtes de betteraves par jour, ou bien de 25 à 50 kilogrammes de cossettes; aux vaches laitières, on donnera un peu moins.

Pour les moutons, il suffit de 1 à 1 1/2 kilogramme de têtes de betteraves ou de 2 à 3 kilogrammes de cossettes.

L'abondance de la nourriture sèche oblige les cultivateurs de betteraves à augmenter considérablement leur bétail en élevant de préférence des bêtes à l'engraissement.

c. Influence sur la main-d'œuvre.

La culture des betteraves exige une augmentation considérable de la main-d'œuvre, en sorte qu'il faut approximativement 2 ouvriers par hectare de terre cultivée.

Dans la Prusse orientale, des entrepreneurs sont, le plus souvent, chargés de fournir les ouvriers nécessaires aux travaux de culture. On leur paye près de 150 francs par hectare et fr. 2-50 pour tous les mille kilogrammes de betteraves qui dépassent une récolte de 26,700 kilogrammes par hectare; de plus, ils reçoivent du combustible pour la cuisine des ouvriers. Quand on a un bon surveillant à sa disposition, on se passe parfois des entrepreneurs. Quelques cultivateurs diminuent, en prévision de ces ouvriers engagés à terme, le nombre des ouvriers attachés constamment à la ferme; mais Goltz déconseille ce procédé, qui a plus d'inconvénients que d'avantages.

La culture des betteraves exige aussi une augmentation du nombre des bêtes de somme, mais cette augmentation n'a guère d'inconvénients. Elle n'est nécessaire que dans le cas où les champs de betteraves sont éloignés de la fabrique de plus de quatre kilomètres. On a soin, alors, de terminer l'ensemencement des céréales d'hiver vers le milieu du mois de septembre, de manière à avoir à sa disposition une quantité suffisante de bêtes de somme. La culture à la vapeur est très utile pour la culture des betteraves, car elle peut remplacer, dans les mois d'août, de septembre et d'octobre, une partie des attelages de bœufs.

d. Influence sur le capital d'exploitation.

Le capital nécessaire pour la culture des betteraves est moins élevé que cela pourrait paraître à première vue, parce que la plupart des fabriques de sucre fournissent aux cultivateurs les graines de betteraves en acompte, et même leur prêtent parfois des sommes importantes pour faire face aux frais de culture.

Il faut généralement augmenter les outils du travail et le nombre des bêtes de somme, et il faut acheter des engrais artificiels (on peut compter qu'il faut donner à chaque hectare de terre des engrais qui contiennent

30 kilogrammes d'azote à fr. 2-90 et 60 kilogrammes d'acide phosphorique à fr. 0-90 les 100 kilogrammes).

Quant à la main-d'œuvre, on l'évalue à la somme de 130 à 170 francs par hectare. (Bürstenbinder la compte seulement à 105 francs par hectare.)

e. Influence sur le rendement.

Le rendement des terres de la Prusse orientale varie de 20,000 à 40,000 kilogrammes de betteraves par hectare.

Voici les dépenses faites par hectare dans une ferme de cette province :

Ensemencement	fr. 27 »
Main-d'œuvre	142 »
Engrais artificiel.	37 »
Total	fr. 206 »

La récolte était de 37,100 kilogrammes de betteraves au prix de fr. 23-40, soit 868 francs.

Il restait donc un beau bénéfice, sans compter les 40 ou 50 % de cossettes que la fabrication restituait gratuitement ainsi que les têtes et feuilles de betteraves.

G. Hodek (*), président de l'Association des fabricants de sucre de Bohême, a examiné les causes de ce phénomène observé que la qualité des betteraves diminue d'année en année. La cause ne réside certainement pas dans les graines de betteraves pour la production desquelles il faut constater de grands progrès. On ne peut non plus attribuer exclusivement cette calamité générale aux quelques cultivateurs qui ont semé des betteraves sur des terres humides peu appropriées à cette culture, car ce sont là des cas isolés, et, de plus, on peut semer dans ces terres des graines appropriées telles que les graines Vilmorin.

La culture des betteraves a fait des progrès notables et ne peut être accusée non plus.

Une véritable cause de la diminution de la qualité des betteraves paraît résider dans l'emploi de fumiers et d'engrais en quantités exagérées. Le meilleur moyen pour remédier à ces inconvénients est d'employer des superphosphates qui réagissent contre l'action nuisible du fumier et des engrais artificiels. Seulement, le cultivateur n'a aucun intérêt à employer les superphosphates qui n'augmentent pas les rendements; il faudrait donc que le fabricant de sucre s'accordât là-dessus avec lui.

Mais la principale cause paraît être, pour ces dernières années, qu'il y avait peu de soleil à la fin de l'été et en automne. Or le soleil est le grand agent qui crée le sucre dans les betteraves.

Zapotil croit que la véritable cause de cette calamité est l'habitude des agriculteurs de cultiver des betteraves sur du fumier frais, qui se décompose lentement et qui empêche les betteraves de mûrir. L'emploi des superphosphates est utile au cultivateur pour augmenter sa récolte en céréales. — Les cultivateurs se plaignent que le prix des betteraves a baissé, mais la qualité de leurs betteraves a baissé aussi.

(*) B. Z. VII, p. 354.

Kubin trouve aussi nuisible sous ce point de vue la concurrence que les fabriques de sucre se font entre elles ; on accepte toutes les betteraves, bonnes ou mauvaises.

Zapotil (*) revient sur le même sujet à l'assemblée des fabricants de sucre de la Bohême orientale.

Il faut labourer les terres en automne. Au printemps, il faut herser ; ensuite on donne un léger labour, puis on passe le rouleau, on herse de nouveau et on sème les graines.

Zapotil se plaint que là où la culture des betteraves s'est considérablement étendue, on commence à économiser la main-d'œuvre, économie qui ne vaut rien. En outre, on n'attache plus autant d'importance au démariage des jeunes plantes, et on plante les betteraves à de trop grandes distances entre elles. L'ensemencement et l'arrachage des betteraves ne se fait pas non plus à l'époque la plus favorable. Quand on cultive des betteraves dans des terres humides, il faudrait semer toujours sur ados.

Enfin il arrive trop souvent que les betteraves sont blessées pendant l'arrachage ou que les têtes sont mal coupées ; ces betteraves ne peuvent se conserver. Il faudrait décompter une forte tare pour de telles betteraves et les travailler immédiatement. L'arracheur d'Olivier-Lecq peut être recommandé pour l'arrachage. Zapotil conteste, de plus, l'opinion de Hodek que la mauvaise qualité des betteraves est due surtout au mauvais temps ; le cultivateur y est pour beaucoup plus. Il propose de faire rédiger par l'association une brochure sur la culture rationnelle des betteraves, que l'on distribuerait partout à prix réduit. (Cette proposition a été adoptée.)

Goller propose d'aller plus loin et de donner aux cultivateurs des conférences qui les éclaireront sur leurs véritables avantages.

Jarkovsky pense qu'il faudrait acheter les betteraves d'après leur qualité. Malheureusement la polarisation est une opération longue, et le saccharomètre (densimètre) donne des résultats variables selon l'opérateur qui le manie. Il faudrait trouver une méthode applicable dans tous les cas.

Blaha insiste sur la nécessité de faire analyser le sol dans lequel les différents cultivateurs plantent des betteraves.

En *Belgique*, l'achat des betteraves à l'analyse se répand de plus en plus, surtout dans la Hesbaye (**), malgré que la législation sucrière y soit peu favorable à la production des betteraves riches. (*Voir 4^e partie, Belgique.*)

FRAIS DE CULTURE.

Nous n'avons trouvé que peu de données sur les frais de culture.

Citons cependant quelques indications qui se rapportent spécialement à l'Allemagne, le pays qui est considéré dans ces derniers temps comme modèle pour la culture des betteraves.

Il nous semble, cependant, que les chiffres indiqués sont un peu trop élevés.

(*) B. Z. VII, p. 377.

(**) S. B. 44, n° 15.

La Société agricole de *Hildesheim* (*) (*Hanovre*) évalue les frais de culture de la betterave pour un hectare de terre aux chiffres suivants :

Main-d'œuvre et attelages	fr. 300 »
Engrais	» 310 »
Frais généraux	» 100 »
Ensemencement	» 35 »
Fermage et intérêt du capital	» 185 »
Total	fr. 930 »

Le rendement moyen ne dépassant pas 30,000 kilogrammes de betteraves, il n'y a donc aucun profit pour le cultivateur à vendre ses betteraves au prix de 25 francs les 1000 kilogrammes, même en évaluant à 5 francs la valeur alimentaire des cossettes et des feuilles. Cependant, comme la plupart des fabriques de Hildesheim appartiennent à des sociétés, dont les actionnaires sont les cultivateurs mêmes, on voit souvent que ceux-ci acceptent un prix dérisoire pour leurs betteraves, dans le but unique d'augmenter le bénéfice de leur fabrique de sucre. Ce sont des prix artificiels, auxquels il ne convient pas de s'arrêter.

(*) N. Z. XI, . 43.

CHAPITRE VIII

RÉSIDUS DE LA FABRICATION

Quand une fabrique passe du système des presses hydrauliques à celui de la diffusion, des contestations s'élèvent fréquemment entre les fabricants et les cultivateurs sur la valeur de la pulpe fournie, qui est considérée comme d'une qualité inférieure à celle provenant des presses.

Un cas de ce genre s'étant présenté en 1882 à Clermont (*), une commission d'experts composée de Ch. Gallois (directeur de sucrerie), Lucas (chimiste), et Ulysse Roussel (agriculteur), a été nommée pour étudier cette question. Nous ne pouvons donner ici que quelques extraits du rapport très remarquable présenté par ces experts.

1. On a constaté que la pulpe de diffusion se conserve aussi bien que celle de presse.

2. L'analyse chimique de ces deux espèces de pulpe indiquait en moyenne (d'après les analyses faites par Vivien, Lucas, Duvin, Durot et à la sucrerie de Francières) :

	Pulpe de diffusion.	Pulpe de presse.
Eau	89,09	76,79
Matières azotées	0,92	1,11
Hydrate de carbone digestible	6,52	11,22
Hydrate de carbone non digestible	1,98	6,47
Matière grasse.	0,09	0,14
Matières minérales	1,40	4,27
Substances sèches	10,91	23,21
Total.	100,00	100,00

Si nous comptons la valeur des matières azotées à fr. 0,60 le kilogramme, celle des matières grasses à fr. 0,25, celle de l'hydrate de carbone digestible à fr. 0,10 et celle des matières minérales solubles à fr. 0,05 le kilogramme, nous pouvons attribuer :

A 1,000 kilogrammes de pulpe de diffusion une valeur de fr. 12,78	
— — — — — de presse — » 19,68	

(*) B. A. d. C. I, n° 1.

Mais il faut, en outre, tenir compte de la circonstance que les pulpes de diffusion étant beaucoup plus aqueuses que celles provenant des presses, ne peuvent être avantageusement consommées par le bétail qu'en y mélangeant des adjuvants secs, tels que foin, paille, tourteau, qui ont un prix relativement élevé. On a été obligé, par suite, de recourir à des essais d'alimentation directe.

3. Essais d'alimentation du bétail.

a. Bœufs à l'engrais.

12 bœufs ont reçu, par jour, en trois repas, chacun : 52,26 de pulpe de diffusion mélangée avec 3 kilogrammes de tourteau de lin et 3 kilogrammes de luzerne hachée. Leur poids a augmenté en moyenne de 1^k,404 par jour.

12 autres bœufs ont reçu par jour chacun : 36^k,9 de pulpe de presse mélangée avec 3 kilogrammes de tourteau de lin et 2 1/4 kilogrammes de luzerne hachée. Leur poids augmentait en moyenne de 1^k,566 par jour. (L'essai a duré 65 jours.)

Si nous admettons le prix de la viande égale à fr. 0,95, celui du tourteau à fr. 0,25 et celui de la luzerne à fr. 0,08 le kilogramme, nous trouverons la valeur de la pulpe de presse égale à fr. 15,12 et celle de la pulpe de diffusion égale à fr. 6,58.

Mais comme la pulpe de presse a été vendue dans cette circonstance au prix de 10 francs seulement, la pulpe de diffusion n'aurait eu qu'une valeur de fr. 3,35 les 1,000 kilogrammes.

b. Bœufs de travail.

4 bœufs de travail ont reçu chacun par jour : 40 kilogrammes de pulpe de presse, 3 1/2 kilogrammes de luzerne et 1 kilogramme de tourteau de colza. 4 autres bœufs de travail ont reçu chacun par jour : 57 1/2 kilogrammes de pulpe de diffusion mélangée à 5 kilogrammes de luzerne et 1 kilogramme de tourteau. Ces derniers ont maigri passablement pendant la première quinzaine et ont fourni moins de travail; mais dans la 2^e quinzaine ils se sont entièrement remis. L'essai a duré 21 1/2 mois.

En faisant un calcul analogue, et en admettant le prix des pulpes de presse à 10 francs, le prix de la pulpe de diffusion deviendra fr. 4,78 les 1,000 kilogrammes.

c. Vaches laitières.

On leur a donné par jour 45 kilogrammes de pulpe de diffusion avec 2 kilogrammes de luzerne ou 30 kilogrammes de pulpe de presse avec 1 1/4 kilogramme de luzerne. Les essais ont démontré que la pulpe de diffusion favorise davantage la lactation que la production de viande.

Si l'on compte le prix des pulpes de presse à 10 francs, la valeur des pulpes de diffusion employées à la production de lait devenait égale à fr. 7,93 les 1,000 kilogrammes. Il est vrai que ce lait était un peu moins crémeux que celui produit par les pulpes de presse; mais la crème était de meilleure qualité (?).

d. Moutons.

On leur donnait par jour soit 5^k,4 de pulpe de diffusion, soit 3^k,85 de

pulpe de presse-mélangée dans les deux cas à 0^k,2 de tourteau de lin et 0^k,5 de luzerne hachée.

On a eu de très bons résultats avec les pulpes de diffusion. En comptant le prix de la pulpe de presse à 10 francs, la valeur de la pulpe de diffusion doit être estimée à fr. 8,43.

e. *Brebis.*

Pour des brebis auxquelles on a donné une ration un peu plus forte, la valeur devrait être, dans ces circonstances, fr. 6,03.

En combinant tous ces essais, les experts arrivent à la conclusion que 100 kilogrammes de pulpe de presse valent environ 150 kilogrammes de pulpe de diffusion, sous la condition que cette pulpe soit rendue dans l'auge de l'animal. Il faut tenir compte, cependant, des frais de transport plus élevés, de l'usure plus rapide des instruments, de la main-d'œuvre nécessaire au mélange des adjuvants, etc. En tenant compte de tous ces éléments, les experts estiment définitivement à fr. 5,55 les 1,000 kilogrammes la valeur des pulpes de diffusion dans le cas où celles de presse valent 10 francs.

A. Andouard et V. Dézaunai (*) ont également expérimenté l'alimentation des vaches laitières avec de la pulpe de diffusion. Cette pulpe, donnée à la dose de 27 kilogrammes, puis de 55 kilogrammes par jour, a produit immédiatement une augmentation de près de 32 % du rendement antérieur en lait. Elle a paru sans influence sur la richesse du lait en caséine et en sels minéraux, mais elle a élevé la proportion du beurre de 12,40 % et celle du sucre de 23,64 % du poids primitif des mêmes éléments. Enfin, elle a communiqué au lait une saveur moins agréable et une prédisposition certaine à la fermentation acide.

Le beurre fourni ne sera donc pas probablement d'excellente qualité.

F. Strohmmer (**) (*Vienne*) a donné une conférence dans laquelle il a traité de l'utilisation des résidus des industries agricoles comme nourriture des vaches laitières. Nous n'extrayons de ce travail que la partie qui concerne l'emploi des pulpes de diffusion.

Les cossettes sont généralement ensilées, mais on a tort de croire qu'elles deviennent par là plus digestibles. Il suffit de se rappeler le fait constaté par Siedamgrotzky et Hofmeister que l'acide lactique ajouté à la nourriture des moutons et des chèvres peut dissoudre le phosphate de chaux des os ; il faut donc exclure les cossettes ensilées de la nourriture des animaux qui sont inclinés au « rachitisme » et à l'« ostéomalacie ». D'autre part, *von Moser* et *Märcker* ont prouvé que les cossettes perdent par l'ensilage 1/3 de leur substance sèche. Il s'agirait donc de trouver un moyen pratique pour sécher les cossettes. Ce moyen paraît avoir été trouvé par Henry Chapman et Sam. Hudson Chapman à New-York. On enlève d'abord la moitié de l'eau au moyen de turbines, puis on sèche les cossettes sur une sole par un courant d'air chaud, enfin le séchage est achevé à 70° cent. Les cossettes séchées par ce procédé ne contiennent plus que 9,7 % d'eau, et on n'a constaté aucun changement dans la composition de la substance sèche. Ce procédé paraît très beau ; reste à savoir s'il est rémunérateur.

(*) S. B. 12, n° 7.

(**) O. 21, p. 365.

La vinasse est également fort employée comme nourriture du bétail. Mais il est nécessaire qu'elle ne soit pas trop acide et qu'elle ne contienne plus d'alcool. Si ces conditions ne sont pas remplies, le bétail devient fréquemment malade.

Max Märcker (*) (*Halle*) a fait un grand nombre d'analyses des cossettes de diffusion pressées, avant et après l'ensilage plus ou moins prolongé. Les résultats de ces analyses correspondent assez bien avec ceux des analyses faites précédemment par **Julius Kühn**, que nous citons à titre de comparaison.

Voici la moyenne de ces analyses :

a. *Cossettes de diffusion avant l'ensilage.*

	Märcker.	Kühn.
Eau	89,77 %	88,9 %
Matière sèche	10,23 »	11,1 »
Cendres	0,58 »	0,9 »
Graisse	0,05 »	0,1 »
Cellulose brute	2,39 »	2,5 »
Protéine brute	0,89 »	0,9 »
Matières extractives non azotées . .	6,32 »	6,7 »

b. *Cossettes de diffusion à la sortie des silos.*

	Märcker.	Kühn.
Eau	87,52 %	87,5 %
Matière sèche	11,48 »	12,5 »
Cendres	1,09 »	0,9 »
Graisse	0,11 »	0,1 »
Cellulose brute	2,80 »	3,0 »
Protéine brute	1,07 »	1,2 »
Matières extractives non azotées . .	6,41 »	7,3 »

Nous mettons en regard des chiffres reproduits précédemment, la moyenne d'analyses analogues faites en 1882-1883 par H. Pellet et la sucrerie de Francières :

	Pulpe de diffusion.	Pulpe de presse.
Eau	88,06	75,92
Matières azotées	0,84	1,29
Hydrate de carbone digestible . .	8,30	14,52
Hydrate de carbone indigeste (cellulose).	2,46	3,54
Matières grasses	0,06	0,13
Matières minérales solubles	0,43	1,43
— — insolubles	0,85	3,17
Total	100,00	100,00
Substances sèches	12,94	24,08

(*) Z. 33, p. 22. Voir aussi cette Revue, p. 51.

Dans ce dernier exemple, la pulpe de diffusion est plus sèche que dans le premier exemple et aura, par suite, une valeur plus élevée se rapprochant davantage de celle des pulpes de presse.

Mäcker (*) a constaté, en outre, que les cossettes ensilées perdaient non seulement leur eau, mais encore une grande quantité de matières sèches.

Ainsi une pulpe conservée en silo pendant cinq mois avait perdu :

37,8 % des matières extractives non azotées;

25,5 % — — azotées;

29,6 % — fibreuses

qu'elle avait contenues.

Elle avait gagné, par contre, en matières grasses, par les fermentations lactique et butyrique.

Ces pertes étaient dues à une décomposition et non à un entraînement par les eaux perdues.

A. Vivien (**) a fait également des analyses comparatives des pulpes provenant de presses hydrauliques, de presses continues et de la diffusion. Voici, en moyenne, les résultats auxquels il est parvenu :

	Pr. hydr.	Pr. continues	Diffusion.
Matières azotées assimilables ou protéiques (Azote insoluble $\times 6,25$)	1,37	1,09	0,64
Mat. azotées non assimilables (Azote soluble $\times 9$)	0,06	0,03	0,04
Nitrate de potasse	0,25	0,12	0,05
Hydrocarbures assimilables.	10,39	8,42	4,07
Cellulose et hydrocarbures indigestes	3,56	2,71	1,92
Matières grasses.	0,20	0,19	0,05
Sucre	5,73	3,27	0,54
Mat. minérales assimilables.	0,79	0,71	0,35
Mat. minérales indigestes	3,65	1,14	0,61
Eau.	74,00	82,32	91,72
	100,00	100,00	100,00

On trouvera à la source indiquée aussi quelques analyses de pulpe ensilée.

Rappelons ici aussi le rapport remarquable présenté par **H. Pellet** au congrès de Saint-Quentin de 1882 (***), et dans lequel on trouvera des indications nombreuses sur la manière dont les pulpes se comportent dans les silos.

Voici, en moyenne, la composition des pulpes fraîches, d'après les analyses de Pellet :

	Pulpes des presses hydrauliques.	Pulpes des presses continues.	Pulpes de diffusion.
Eau	78,73	83,83	88,88
Mat. organiques	17,48	14,30	9,95
Mat. inorganiques solubles.	1,89	1,22	0,57
— — insolubles	1,90	0,65	0,60
	100,00	100,00	100,00
Acidité (exprimée en vinaigre)	1,69	1,43	1,01
Azote total.	0,207	0,140	0,147
Azote insoluble à l'ébullition	0,104	0,073	0,111

(*) S. B. XI, p. 464, et cette Revue, p. 51.

(**) B. d. A. C. I, n° 3, p. 98.

(***) Compte rendu, page 125.

Dans les silos, toutes les pulpes diminuaient rapidement de poids, savoir (en moyenne) :

Les pulpes des presses hydrauliques . . .	de 4,1 p. c. par mois.
— des presses continues. . .	de 3,5 p. c. —
— de diffusion.	de 6,0 p. c. —

En même temps il y avait une diminution dans le poids de la matière sèche :

Soit près de 3 p. c. pour les pulpes des presses hydrauliques.
— 2,5 p. c. — des presses continues.
— 1 p. c. — de diffusion.

La conservation des différentes pulpes se fait tout aussi bien si les pulpes sont seules ou si elles sont mélangées à des substances sèches.

Quand on met les pulpes en silos, il faut avoir soin de les tasser le mieux possible, au fur et à mesure de l'ensilage.

On n'est pas complètement du même avis s'il faut recouvrir les silos de terre ou non. Dans le dernier cas, les pulpes s'altèrent évidemment, seulement cette altération s'arrête à une profondeur déterminée et préserve le reste des pulpes. On économise ainsi la main-d'œuvre du recouvrement. C'est un mode de conservation toujours fort risqué.

SUPPLÉMENT

CULTURE DE LA CANNE A SUCRE

Plante vivace de la famille des graminées cultivée dans l'Inde, en Amérique et aux Antilles. De sa racine fibreuse partent plusieurs tiges, hautes de 2 à 4 mètres et épaisses de 2 à 4 centimètres; ces tiges sont lisses, luisantes et garnies de soixante à quatre-vingts nœuds; elles sont remplies d'une moelle blanchâtre, molle, pleine d'un liquide très sucré; ses feuilles, longues d'un mètre, embrassent la tige à leur base; elles tombent à mesure que la plante mûrit. Il faut à la canne à sucre cinq ou six mois pour atteindre son complet développement, et on reconnaît qu'elle arrive à sa maturité quand elle devient pesante, jaunâtre et facile à briser. Dans les lieux où on la cultive, il est rare que les usages industriels lui donnent le temps de fleurir; cependant, lorsque la floraison arrive, elle pousse de son sommet un jet nommé flèche, qui est sans feuille ni nœuds, et porte un panicule argenté pourvu d'une grande quantité de petits rameaux et composé d'un nombre considérable de fleurs soyeuses et blanchâtres.

Cette plante vient probablement des Indes orientales. Les Chinois connaissent, de temps immémorial, l'art d'en retirer le sucre. A partir de 1420, sa culture se répandit peu à peu dans les colonies et elle fut même cultivée en Espagne, où elle réussit fort bien; dans ce dernier pays, sa culture fut abandonnée vers 1800.

La canne se multiplie par boutures; trois semaines après la plantation, on voit poindre les jeunes cannes. Sur le 4^e mois, on extirpe les bourgeons qui croissent à leur pied, et parfois aussi on épaille les tiges.

Pour obtenir une croissance parfaite de la canne, il faut à un climat favorable ajouter la nécessité d'un sol meuble et riche, un peu limoneux.

On sarcle deux, trois, quatre fois suivant les besoins.

La récolte se fait pour certains cantons en hiver, dans d'autres en été; le plus souvent, la coupe des cannes se fait en février, mars, avril, mai. Les cannes qui viennent de boutures ne sont, en général, bonnes à couper qu'à 14 ou 15 mois. Les cannes rejetons peuvent être coupées à 11 ou 12 mois.

Ainsi, sur les habitations où l'on replante souvent, on a dans le cours d'une année moins de cannes à récolter. Dans une culture où on les laisserait toujours repousser de leurs souches, il est clair qu'on les récolterait nécessairement toutes dans la même année.

Edmond Riffard a publié, dans la *Sucrerie Indigène et Coloniale* (*), un article très intéressant sur la culture de la canne à sucre à la Guadeloupe. Il suppose une terre à défricher qu'on veut mettre en valeur par une plantation de cannes. Le défrichement se donne à l'entreprise, soit 150 francs par hectare. Le bois des souches reste la propriété de l'entrepreneur. Celui-ci doit brûler sur place les broussailles et les halliers. Après trois mois de jachère, on laboure la terre, puis on refend. — Immédiatement après, on coupe la terre de canaux distants de 5 mètres, et présentant une section de 0^m30 à 0^m40.

Les canaux préparés, la terre est relevée à la houe; la plantation suit ce travail sans interruption. L'aménagement des canaux est capital à cause des pluies diluviennes hivernales. La surface des champs est billonnée.

On emploie des plants à nœuds courts provenant de cannes de vieux rejets. Il est préparé le plus avantageusement en octobre, novembre et décembre; on le laisse faner un peu avant de le planter. Sa longueur varie de 25 à 30 centimètres, on le *fiche* en terre avec une légère inclinaison. La plante donne des tiges 15 à 20 jours après, et on a soin de tenir la terre propre autour de lui. L'écartement des plantes est de 1 mètre, soit 10,000 plants à l'hectare. Au bout de deux mois, on procède à l'épandage de l'engrais.

On répand l'engrais autour du plant en le recouvrant d'une couche de terre. Les sarclages suivent de près le fumier.

La canne plantée en réclame habituellement cinq. Après chaque sarclage, on fait un léger épauillage des feuilles sèches sans casser ni déchirer la tige; elles doivent tomber facilement. Les pailles restent sur le dos de la planche. On éloigne aussi les jets gourmands qui croissent aux nœuds. Leur développement nuit à la canne dont la tête périt. Parfois même, pour favoriser la maturation de la canne, il est utile d'enlever une partie des feuilles vertes.

La canne est bonne à couper après 14 mois de végétation. La récolte débute en janvier; elle se fait avec un coutelas de 0^m40 de longueur, le pied de la canne est sapé, on enlève les feuilles et on débite la tige en tronçons de 0^m40 à 0^m90 de longueur.

Dès que la tige est coupée, on dégage le pied de la souche et on refait les canaux d'écoulement. La souche ne tarde pas à tiger et les cannes portent le nom de premiers rejets. Ce travail se poursuit annuellement jusqu'à une série de rejets indéterminée. Le terme de six années est cependant reconnu comme le plus avantageux.

Ci-dessous des résultats culturaux :

	Année 1880.		Année 1881.	
	surface en culture %	rendements moyens à l'hectare.	surface en culture %	rendements moyens à l'hectare.
Canne plantées	6.85	59.125	12.13	54.454
1 ^{ers} rejets	6.70	38.270	5.32	45.728
2 ^{es} —	7.96	31.913	3.63	38.096
3 ^{es} —	9.45	29.258	—	—
Vieux rejets	69.34	22.840	76.92	34.740
	100.00	27.657	100.00	37.904

(*) S. I. 20, n° 15.

Pluie en millimètres.

Du 1^{er} août 1879 au 31 mai 1880 1888.80Du 1^{er} juin 1880 au 15 mai 1881 1296.40

Prix de revient (40.000 kilogrammes à l'hectare) :

	Par hectare.	Par 1000 kilogr.
Salaires divers	200. »	5. »
Nourriture des immigrants	65. »	1.62
Soins médicaux	13. »	0.32
Vêtements, etc..	7.50	0.19
Nouveaux engagements	13.50	0.34
Nourriture des animaux	1.60	0.04
Achat des animaux	22.50	0.56
— d'engrais	250. »	6.25
— de matériel	0.75	0.02
Réparations et entretien	4. »	0.10
Frais généraux	5.65	0.14
— d'administration	50. »	1.25
Intérêt à 6 % du capital	38. »	0.95
— à 10 % du capital.	40. »	1. »
	711.50	17.78

Examinant la question des engrais artificiels, **Riffard** (*) arrive, ensuite d'expériences pratiques, à reconnaître à l'azote une influence prépondérante quant à la richesse de la canne et à son rendement à l'hectare. C'est par le nitrate de potasse et le sulfate d'ammoniaque (300 à 350 kilogrammes à l'hectare) associés au superphosphate de chaux (500 kilogrammes à l'hectare) qu'il a obtenu le meilleur résultat (106 à 113 tonnes à l'hectare avec une richesse du vesou de 16.05 à 16.64). D'autre part, il est à remarquer que la teneur du vesou en sucre incristallisable est la plus faible dans les cannes qui ont reçu le plus d'azote et de superphosphate de chaux.

Il résulte, au surplus, de ces essais que l'action de la potasse à dose élevée n'a pas accru le rendement et que, d'autre part, dans ce cas le titrage a été inférieur et le rapport glucosique plus élevé. Il faut donc une sage modération dans la dose de potasse accordée aux cannes.

Il en ressort aussi par la comparaison des parcelles ayant reçu un engrais artificiel avec celle ayant servi de témoin, et qui en a été privée, que les engrais chimiques sont d'une utilité incontestable et assurent des récoltes riches et abondantes.

Enfin que la diminution de l'acide phosphorique est absolument préjudiciable au rendement.

Citant les essais de M. Le Dentu, il en déduit que les fumures mixtes, les fumiers et engrais chimiques sont profitables au plus haut point.

Quant au chaulage, cette opération exerce une influence très avantageuse, en observant toutefois qu'il faut chauler quelques mois avant l'application de la fumure et choisir, pour incorporer la chaux au sol, l'époque qui précède la plantation.

(*) S. I. 21, n° 1.

Riffard conseille de sauvegarder les feuilles vertes de la canne végétative, mais il conseille l'épillage des feuilles sèches et des feuilles vertes lorsque la canne est arrivée au terme industriel de sa croissance. Ceci pour favoriser la maturation par une large admission de la lumière solaire.

La canne coupée doit être aussitôt travaillée ; la chaleur humide favorise surtout l'altération du vesou.

En vue d'envois de plants aux localités éloignées où la canne doit entrer comme culture nouvelle, on prend des précautions pour empêcher leur altération. A cet effet, on maintient pendant quelques instants les extrémités de la canne fraîche dans une solution de silicate, on saupoudre fortement de carbonate de chaux en poudre impalpable, puis on passe au pinceau une seconde couche de silicate. Ce procédé assure une conservation parfaite et permet les expéditions transatlantiques.

Nous trouvons des analyses de *Budon* (*), qui nous donnent une idée de la richesse de la canne. Ces analyses sont les moyennes de 2 années et se rapportent à des échantillons de près de 350 millions de kilogrammes de cannes.

Sucre ‰ de jus en volume :

1878		14.07 ‰
1879		15.10 ‰
1880		16.90 ‰
1881		17.40 ‰

La quantité de jus que renferme la canne varie entre 87 et 91 ‰.

En 1881, on a même obtenu des richesses de 19 ‰ de sucre dans le jus, soit 15,46 ‰ du poids de la canne.

On remarque la progression de la richesse de la canne, ce qui tient aux efforts des agriculteurs de la Guadeloupe.

Nous trouvons, sous la signature de **G. Dureau** (**), une analyse d'un mémoire de J. Rouf sur la végétation de la canne à sucre à la Martinique.

Il en résulte en résumé :

1° Qu'en novembre et décembre les tiges sont saturées de chlorures alcalins ;

2° C'est à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien que la plante s'assimile l'acide phosphorique (?) ;

3° En janvier, tandis que la soude, la potasse et le chlore sont à leur minimum, la chaux et la magnésie augmentent dans la plante pour arriver, ainsi que l'azote, à leur maximum en février ;

4° Les chlorures alcalins sont éliminés pendant la maturation de la canne (?).

TRANSPORT DES CANNES AUX FABRIQUES DE SUCRE.

Nous donnons, à titre de renseignement intéressant, quelques chiffres d'un rapport de **Mijer** (***) sur l'exploitation par tramway à vapeur et portatif

(*) J. F. de S. 24, n° 20.

(**) J. F. de S. 24, n° 21.

(***) *Transport de la canne à sucre par locomotive*. Bolovia, 1883.



Fig. 276.

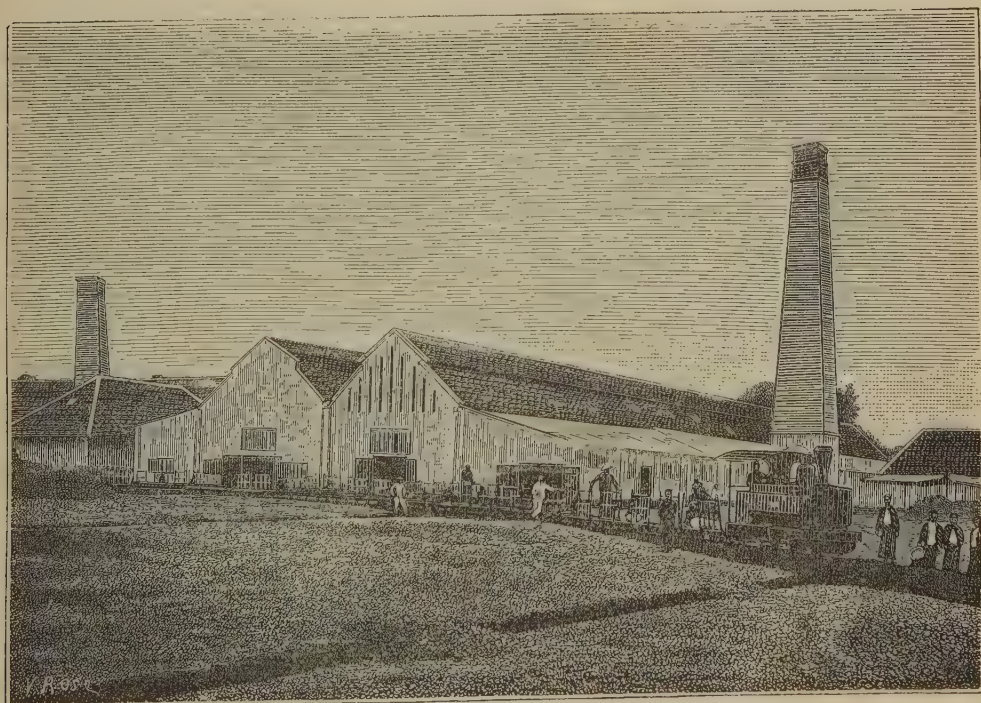


Fig. 277.

pendant la campagne 1882 de la fabrique de sucre Pangka, résidence de Tégai (Java). Le matériel s'est bravement comporté et a mérité tous les éloges de Mijer. Le grand avantage du tramway, c'est de ne pas occasionner de chômage à l'usine pour manque de cannes, leur transport s'effectuant même par les jours de pluie; dans le cas de transport par véhicules attelés, les journées de pluie arrêtent le transport. D'autre part, le prix du transport est sensiblement abaissé. Les années antérieures, le pikoel (62*500) coûtait 5 cents de transport ou fr. 1,60 la tonne. Par le chemin de fer Decauville, le prix du transport du pikoel est tombé à 2 1/2 cents ou fr. 0,934 la tonne. De là une différence en faveur du tramway de 44 %₀. En soustrayant de cette économie l'intérêt (à 7 %₀) du capital, prix du matériel, et en ajoutant, d'autre part, le bénéfice réalisé sur la main-d'œuvre, on arrive à une économie de 50 p. c. réalisée sur le transport par le moyen du tramway à vapeur. Il est à noter que cette économie serait plus sensible ailleurs, car à Java un ouvrier se paie seulement fr. 0,50 par jour.

La longueur des rails employés variait de 4^m50 à 9^m50, et la largeur de la voie de 0^m40 à 0^m60.

Les figures 276 et 277 peuvent donner une idée de l'emploi du chemin de fer Decauville à Pangka. Les dessins sont faits d'après des photographies prises sur les lieux.

La figure 276 représente la locomotive de 5 tonnes au moment de son arrivée à la fabrique avec un train de 10 wagons, type 50, portant 450 piculs (28,000 kilogrammes) de cannes à sucre. La figure 277 représente la même locomotive quittant la fabrique avec un train de 40 wagons vides pour aller aux champs.

Remarquons qu'il y avait en 1883, à l'île de Java seule, 817 wagons du système Decauville en mouvement sur 118,880 mètres de rails.

Des applications plus importantes encore ont été faites à l'île de Porto-Rico, en Australie, etc.

Ainsi la Compagnie anglaise des sucreries de Sydney, seule, a reçu, en janvier 1883, 48 kilomètres de voie de 0^m60, 850 wagons et 3 locomotives de 6 tonnes.

TROISIÈME PARTIE

ANALYSES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

CHAPITRE I

L'ANALYSE DE LA BETTERAVE

La base de tout contrôle sérieux de la fabrication du sucre doit être nécessairement l'analyse exacte de la betterave travaillée. Cette analyse est également indispensable pour vérifier la qualité des graines et pour contrôler les essais de culture entrepris dans le but d'augmenter la richesse des betteraves.

On sait que la betterave est composée, en dehors de son tissu cellulaire, d'eau, de sucre et de diverses substances inorganiques et organiques que l'on comprend sous l'appellation commune de « non-sucre ». Il serait certainement d'un très grand intérêt de connaître plus spécialement ces dernières substances, qui jouent un rôle important, surtout dans la formation de la mélasse, mais malheureusement nous ne connaissons pas le moyen de faire même partiellement leur analyse qualitative et quantitative d'une manière rapide et exacte. Il n'y a que Michaëlis qui, il y a plus de vingt ans, ait eu le courage d'essayer l'analyse complète de deux ou trois betteraves, et, depuis lors, cet essai n'a plus été répété. Toutefois Scheibler, von Lippmann et quelques autres chimistes se sont occupés à étudier quelques-unes des substances constituant le « non-sucre ». En pratique, la quantité de non-sucre contenu dans les betteraves se détermine seulement par différence.

Voici la méthode adoptée généralement pour l'analyse de la betterave :

On extrait le jus soit des betteraves râpées, soit des cossettes de diffusion, divisées au moyen d'une presse de laboratoire. (On peut se servir aussi de la presse hydraulique de Geschwindt, construite par Putsch à Hagen, voir fig. 278.) Ce jus est examiné au densimètre, ou mieux à l'aréomètre *Balling-Brix*, qui indique la quantité des substances solides (sucre et non-sucre) contenues dans 100 grammes de jus (*). Puis le jus est clarifié à l'aide du sous-acétate de plomb et, après filtration, polarisé pour déterminer sa richesse en sucre. Le rapport du dernier chiffre au premier donnera le quotient de pureté de la betterave. Enfin, comme on admet généralement que la betterave contient en moyenne 95 % de jus, on multiplie la quantité de sucre trouvée par 0,95, pour obtenir la richesse saccharine de la betterave. Ces opérations sont en apparence fort simples, mais, en réalité, il y a là bien des difficultés inattendues

(*) On emploie aussi l'aréomètre Vivien, qui donne cette même indication calculée sur 100 centimètres cubes de jus.

et qui exigent un contrôle sérieux de l'opération. Comme les indications données à ce sujet dans les traités spéciaux sont assez incomplètes, nous avons entrepris, il y a déjà quelque temps, des études spéciales sur cette question, et en avons publié les résultats dans un article intitulé : *Études sur l'analyse de la betterave*, paru dans la *Sucrierie belge* (*) et reproduit par des journaux russes et allemands. Ces études ont été complétées plus tard par un article sur le *Coefficient d'extraction du jus de la betterave* et un autre sur *l'Influence du dépôt plombique sur la polarisation* (**). Nous reproduisons ici les principales parties de ce travail, en ajoutant à la fin de chaque partie un résumé des observations faites par d'autres chimistes sur le même sujet. F.S.

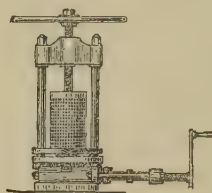


Fig. 278.

A. LA PRISE D'ÉCHANTILLON.

Il est bien difficile de choisir dans un grand tas de betteraves un certain nombre de racines, de telle sorte qu'elles représentent une moyenne suffisamment exacte. Même les betteraves qui se trouvent côte à côte sur le même champ, tout en ayant parfois une grande ressemblance extérieure, donnent à l'analyse souvent des résultats fort différents. Cela ne peut étonner quand on réfléchit que leurs conditions de végétation et surtout le sol dont elles tirent leur nourriture, ne sont nullement aussi uniformes que bien des gens se l'imaginent. Ce serait donc une faute très grave de vouloir juger un champ de betteraves d'après l'analyse d'une seule racine. Il est également inexact de choisir, comme cela se fait parfois, trois betteraves : une grande, une moyenne et une petite ; on obtiendra alors évidemment plus de jus de la grosse betterave que des deux autres, et, par suite, la quantité de sucre trouvé sera ordinairement trop faible. Nous disons ordinairement, car il n'y a pas là non plus de règle constante.

Voici, par exemple, les variations observées à Bergen-op-Zoom sur un très grand nombre d'analyses :

Betteraves pesant de 450 à 500 grammes. — Sucre dans le jus 11,5 à 14,2 %					
»	»	500 à 600	»	»	» 11,8 à 13,5 %
»	»	600 à 700	»	»	» 11,5 à 14,4 %
»	»	700 à 900	»	»	» 10,8 à 12,2 %
»	»	1,000 à 1,200	»	»	» 9,5 à 11,4 %

(*) S. B. 11, p. 280, 296, 316, 337 et 356 (en français, .

Sap. de Kieff XIII, p. 482, 495, 527 (en russe).

Z. 29, p. 1, 427 — 30, p. 229 — 33, p. 711 et 751 (en allemand).

(**) S. B. 12, p. 297 et 443, B. d. A. C. II, nos 5 et 7, etc.

Une diminution de la richesse n'a donc été constatée dans ce cas que pour des racines dont le poids dépassait trois quarts de kilogramme.

D'un autre côté, des raisons pratiques s'opposent à l'emploi d'un trop grand nombre de racines pour un essai. Pour le râpage à la main, il convient d'opérer au moins sur 6 betteraves, divisées en moitiés. Quand on se sert de la râpe Pellet, mue à la machine, on peut facilement prendre de 12 à 20 betteraves pour un échantillon.

Ajoutons ici que les différentes parties d'une betterave ont une composition fort différente. Ainsi il résulte d'essais minutieux que nous avons faits sur les divers anneaux d'une même tranche horizontale et de plusieurs autres essais, que les anneaux rayonnants contiennent un peu plus de sucre que les parties intermédiaires et que la quantité de sucre augmente à mesure que l'on se rapproche de la périphérie, à l'exception de la peau extérieure, contenant très peu de sucre et beaucoup de sels. Cela concorde assez bien avec les essais de Payen, Wiesner, Stammer, etc. Je ne voudrais pas cependant conclure trop de mes essais qui n'ont pas été répétés assez fréquemment.

On sait aussi que la tête d'une betterave contient moins de sucre que les autres parties, quoique la diminution ne soit pas aussi régulière que le suppose M. Violette. Voici, entre autres, la moyenne d'une analyse faite sur 8 betteraves :

	Poids.	Ball.	Sucre.	Quotient.
Tête de la betterave. . .	104 gr.	12,4	9,52	76,8
Corps » . .	942 »	13,8	11,01	80,4
Queue » . .	114 »	13,7	11,10	81,0
	1,160 gr.			

Il arrive quelquefois que des betteraves apportées des champs ne sont pas analysées immédiatement, mais restent auparavant un jour ou même encore plus longtemps dans le laboratoire ou un autre endroit plus ou moins chaud, ce qui donne lieu, par suite de l'évaporation d'eau, à des erreurs assez importantes. Ainsi j'ai observé que des betteraves pesant de 650 grammes à 1 kilogramme perdaient, au bout de vingt-quatre heures, 1,2 à 1,5 % de leur poids quand elles restaient exposées à une température de 15° Cels., et 3,2 à 3,8 % quand la température était de 26° Cels. Il est clair que, dans ce cas, la polarisation apparente se trouvera toujours augmentée dans la même proportion.

La même chose peut arriver évidemment aux betteraves qui ont séjourné longtemps au magasin ou dans les silos ; j'ai même pu observer pendant un automne très chaud que les betteraves ensilées montraient au bout de quelques semaines 2 % plus de sucre qu'elles n'en avaient eu avant ce temps. Il va de soi qu'il arrive encore plus souvent de constater une diminution en sucre après l'ensilage, par suite de la poussée de feuilles due à des pluies ou de fermentations causées par un échauffement trop fort.

Enfin, on comprend qu'il faut, avant chaque essai, bien nettoyer et laver les racines. Il est vrai qu'alors la betterave peut absorber un peu d'eau au lavage, mais j'ai toujours trouvé que cette quantité d'eau est tout à fait insignifiante, pourvu que le lavage soit fait rapidement et que la betterave ne soit pas entamée.

F. Renotte (*) a observé aussi que des betteraves parfaitement propres, conservées dans un endroit sec et chaud, peuvent gagner considérablement en richesse. Il a trouvé une augmentation de plus de 1 % de sucre pour des betteraves lavées conservées pendant 8 jours.

D'après lui, il faut aussi éviter de faire subir aux racines le contact de l'eau chaude. Si l'on examine des betteraves nettoyées à sec par des moyens exclusivement mécaniques, brosses, linges, etc., concurremment avec d'autres lavées à l'eau chaude, on trouve une teneur en sucre notablement plus élevée en faveur des premières. Dans certains cas, Renotte a constaté des différences de plus de 2 % de sucre.

Mellriegel (**) (*Bernburg*) croit inexact de composer un échantillon de betteraves, en choisissant dans un champ quelques petites racines, quelques moyennes et quelques grandes. Il est préférable de ne choisir que des betteraves moyennes qui présentent bien les caractères de la variété cultivée. Un échantillon pris de cette façon représenterait presque exactement la moyenne du champ. On a trouvé que les grosses betteraves contenaient « en moyenne » moins de sucre que les petites, mais si on les prend individuellement, cette règle n'est plus vraie. Ainsi la moyenne de 92 betteraves essayées donnait 11,47 % de sucre, alors que la plus grosse d'entre elles (1023 grammes) accusait 12,34 % et la plus petite (350 grammes) 11,95 %.

D'après ses essais, il suffirait de choisir dans un champ 10 betteraves représentant bien la conformation moyenne pour déterminer la richesse moyenne exacte à 0,2 pour 100 près. Si le champ présente de grandes variations en ses diverses parties, on doit prélever un échantillon dans chaque partie différente.

La prise de l'échantillon est devenue une opération très importante, surtout depuis qu'on a commencé à acheter les betteraves à l'analyse.

B. L'ESSAI A L'ARÉOMÈTRE (***).

L'aréomètre le plus généralement employé est celui de Balling (ou aréomètre de Brix (†), comme il est appelé par quelques-uns), qui indique directement dans une solution de sucre pur la quantité de sucre en centièmes de son poids. Il est vrai que le jus de betteraves n'est nullement une solution de sucre pur, mais les 2 ou 3 % de substances étrangères qu'il contient ont un poids spécifique assez rapproché (††) de celui du sucre. On peut donc se servir de cet aréomètre comme mesure justement du « non-sucre », pour la détermination duquel nous n'avons aucun autre moyen pratique. On pourrait bien déterminer directement la quantité totale des substances solides du jus, en le

(*) J. d. F. S. 24, n° 13.

(**) Z. 33, p. 584.

(***) F. Sachs. Études sur l'analyse de la betterave.

(†) Il n'existe à présent aucune différence entre les aréomètres de Balling et de Brix, puisque tous les aréomètres de Balling sont corrigés d'après Brix. C'est donc seulement une question de nom.

(††) D'après Otto et Walkhoff, ce poids spécifique serait $\frac{5}{4}$ du poids spécifique du sucre environ.

D'après Lichtenstein (Z. 33, p. 288), il est 1,46 de celui du sucre.

séchant soit dans un vide plus ou moins parfait et à une température constante, soit mêlé avec du sable de rivière fin et sec. Mais ces deux méthodes demandent beaucoup de temps et de soins, et n'ont pas plus d'utilité pour la pratique que l'essai à l'aréomètre ; aussi elles ne sont guère employées. Outre le « Balling », on emploie encore assez souvent, surtout en France, le densimètre de Gay-Lussac et même quelquefois l'aréomètre Baumé, ou celui de Barbet. Dans quelques fabriques, on calcule aussi non d'après le poids, mais d'après le volume du jus. (Méthode Vivien.)

Nous pourrions passer d'autant plus vite sur toutes ces méthodes qu'il existe au besoin des tables pour réduire les indications obtenues par elles.

Quels que soient, du reste, les aréomètres dont on se sert, il ne faudrait jamais négliger de vérifier soigneusement ces instruments, car il n'est nullement rare de trouver des instruments qui diffèrent entre eux de *plus d'un degré*.

La vérification peut se faire très bien à l'aide d'un ballon jaugé exactement à 100 centimètres cubes et d'une balance ordinaire. On pèse le ballon d'abord rempli avec de l'eau distillée à la température de 17,5° Cels. (14° Réaum.) (pour l'aréomètre Balling) ; puis on le remplit avec une solution de sucre à la même température, qu'on essaye également par l'aréomètre à vérifier. Il n'y aura alors qu'à faire un petit calcul, et la vérification est terminée. Même une petite inexactitude dans le jaugeage du ballon ne pourrait gêner, pourvu qu'on ait soin de remplir les deux fois exactement au même point et d'opérer à la température indiquée. Pour avoir un deuxième contrôle, on pourrait composer la solution de sucre en dissolvant une quantité pesée de sucre sec raffiné à un volume déterminé, par exemple un litre. On arrivera encore à un troisième contrôle en polarisant cette solution.

On voit que ces vérifications n'offrent guère de difficulté ; il faut donc s'étonner d'autant plus qu'on les fasse si rarement dans les laboratoires des fabriques et qu'on y inscrive trop souvent des résultats tout à fait invraisemblables, dus seulement à de faux aréomètres.

L'observation à l'aréomètre offre des difficultés surtout pour les jus provenant des cossettes de la diffusion, qui contiennent presque toujours beaucoup d'air, de sorte que l'aréomètre s'arrête à sa position définitive seulement après un certain temps de repos. On peut faire ainsi quelquefois une erreur de plusieurs degrés en se hâtant trop pour l'observation. L'alcool, l'éther, etc., que l'on conseille parfois d'ajouter alors au liquide, ne servent absolument à rien, et le seul moyen que j'aie trouvé pratique est celui employé par le Dr Stammer, savoir de laisser reposer le jus pendant quelques minutes dans une capsule en cuivre, placée sur un support et munie inférieurement d'un bout de tuyau en caoutchouc, fermé par une pince. On soutire alors le liquide par en bas, en rejetant les premières gouttes. Si le jus contient de la pulpe folle, il faudrait l'écarter en le filtrant sur une toile.

De plus, il faudra toujours avoir soin que le cylindre en verre dans lequel on a versé le liquide à essayer, soit placé bien verticalement sur une table parfaitement horizontale (surtout si le cylindre est très étroit), pour permettre à l'aréomètre un jeu libre. Enfin, il faudra éviter de plonger l'aréomètre trop profondément dans le liquide, pour ne pas fausser ses indications par le jus qui aurait pu adhérer à sa tige.

D'un autre côté, il est indispensable de fixer son attention sur la température du jus pendant l'essai. Eh bien, le croirait-on, jusque dans ces dernières années il n'existait aucune table pratique pour corriger les degrés lus à l'aréomètre selon la température observée et les auteurs conseillaient assez naïvement de refroidir ou de réchauffer chaque fois le jus jusqu'à la température de 17,5° Cels., procédé qui, sans parler des difficultés de l'exécution, a toujours l'inconvénient de ne pas donner des résultats parfaitement sûrs, par suite de l'évaporation du liquide et d'altérations possibles.

D'autres proposaient simplement de diminuer ou d'augmenter les résultats lus à l'aréomètre de 1/10 de degré pour 3 degrés de température, ou donnaient d'autres indications qui n'ont jamais été contrôlées sérieusement.

Il est vrai qu'il existait une fort bonne table de Gerlach, mais sa forme était peu commode, puis elle se rapportait seulement au densimètre de Gay-Lussac, et enfin elle n'avait pas été vérifiée pour des liquides qui, comme le jus des betteraves, contiennent en dissolution encore d'autres substances que le sucre. En 1879-80, je fis ces vérifications (à Koberwitz) en grand nombre sur des jus très différents. Ceux-ci, pour éviter l'évaporation, étaient versés dans de longs cylindres en verre, bouchés à l'émeri et placés à leur tour dans de grands vases remplis d'eau chaude qui se refroidissait lentement ; les températures étaient lues sur des thermomètres très sensibles. Je conclus de ces essais que la table de Gerlach était suffisamment exacte pour les cas ordinaires et qu'on pouvait s'en servir également pour les jus, sirops, etc.; il s'agissait donc seulement de lui donner une forme plus commode. Ma table fut publiée dans le journal des fabricants de sucre russes, à Kieff (*), et plus tard également par le D^r Stammer, avec omission (sans doute involontaire) de mon nom.

L'année dernière, **Armand Le Docte** (**) a publié des tables encore plus détaillées qui donnent les indications nécessaires pour les aréomètres de Gay-Lussac, de Balling, de Vivien et de Baumé.

Il a calculé cette table en se basant sur le principe énoncé par **H. Pellet** (***), que le coefficient de dilatation de l'eau sucrée est le même que celui de l'eau distillée.

Nous croyons rendre service à beaucoup de nos lecteurs en publiant ici deux petites tables combinées, donnant les chiffres principaux pour des jus ayant une densité comprise entre 1,000 à 1,100 (respectivement 0° à 24° Ball. et 0° à 26° Vivien). Ces tables peuvent s'appliquer aux jus de betteraves et aux jus faibles de la fabrication.

(*) Sap. janvier 1881.

(**) *A. Le Docte*. Tableaux numériques.

(***) *H. Pellet*. Influence de la température sur la densité et la teneur en sucre des solutions sucrées.

TABLE DE CORRECTION

pour la densité des jus (à diverses températures).

Température normale 17 1/2 °C.		Température normale 15 °C.			
Temp. °cent.	Balling 17 1/2°.	Temp. °cent.	Densimètre.	Vivien.	Balling 15°.
Déduire.		Déduire.			
4 à 7°	0,32	4 à 7°	0,9	0,23	0,21
8°	0,30	8°	0,8	0,21	0,19
10°	0,26	10°	0,6	0,16	0,15
12°	0,21	12°	0,4	0,11	0,10
14°	0,14	14°	0,2	0,04	0,04
16°	0,07	Ajouter.			
Ajouter.		16°	0,2	0,04	0,04
18°	0,02	18°	0,5	0,14	0,13
20°	0,13	20°	1,0	0,25	0,23
22°	0,24	22°	1,4	0,37	0,35
24°	0,36	24°	1,9	0,50	0,46
26°	0,48	26°	2,5	0,64	0,59
28°	0,62	28°	3,0	0,79	0,73
30°	0,76	30°	3,5	0,87	0,94

Observation : Les corrections du densimètre sont comptées en grammes par litre du liquide sucré.

Exemples : La densité normale d'un jus qui marque 1,0520 à 10° cent. est de 1,0514 à 15° cent. Un jus qui marque 14,40° Balling à 24° cent., marquera 14,76° Balling à 17 1/2° cent.

Les corrections de température ne sont pas rigoureusement les mêmes pour tous les jus, dont la densité varie de 1,0 à 1,1 ; mais les différences sont fort petites et nous avons cru les négliger ici. Du reste, des tables plus étendues ont été dressées par **F. Dupont** (*) et par nous (**).

Nous trouvons dans le Bulletin de l'Association des Chimistes (***) un article d'un auteur anonyme dont nous extrayons la phrase suivante :

« Il y a une erreur qui peut se présenter dans l'analyse d'un jus quand on en détermine le degré de pureté qui est due à la température du jus au moment de l'opération. On doit opérer sur du jus à 15 degrés ou à une température voisine (!) et ne pas corriger (!!) les indications fournies par le saccharomètre et le saccharimètre. Le saccharimètre indiquant le poids du sucre contenu par hectolitre et le saccharomètre Vivien indiquant le poids des matières solides totales dissoutes par hectolitre également, il est certain que le rapport de ces deux chiffres, qui exprime le degré de pureté, restera constant, quelle que soit la température à laquelle on opérera. »

(*) B. d. A. C. I., n° 4, p. 114.

(**) S. B., 11^e année, n° 15.

(***) B. d. A. C. II., n° 2, p. 49.

Cet article, qui dénote beaucoup d'ignorance de la part de son auteur, n'a guère besoin d'une réfutation détaillée(*). Tout le monde, en effet, sait que le saccharomètre Vivien est un simple aréomètre justement comme celui de Balling, ou comme le densimètre de Gay-Lussac. Il faut donc corriger les indications de cet instrument de la même manière que celles des autres.

D. Sidersky (**) propose la formule suivante destinée à remplacer les tables employées jusqu'ici pour comparer le poids spécifique (*d*) d'un jus avec les indications de l'aréomètre Balling (*B*) :

$$d = 1 + 0,00385 B + 0,000015 B^2 .$$

On a discuté la question de savoir s'il y a une relation constante entre la densité d'un jus de betterave et sa richesse en sucre.

H. Pellet (***) est d'avis qu'une telle relation existe ; du moins les écarts trouvés dans ses nombreuses analyses ont été toujours insignifiants.

Voici les relations trouvées par lui :

Densité du jus	Degrés Balling	Sucre par 100 gr. de jus
1,040	9,9	6,75
1,045	11,1	8,15
1,050	12,3	9,25
1,055	13,4	10,60
1,060	14,6	11,80
1,065	15,8	12,95
1,070	16,9	14,10
1,075	18,1	15,35
1,080	19,2	16,40

Le docteur **A. Petermann** (†) (*Gembloux*) conteste qu'une relation pareille existe. Il trouve absolument indispensable de déterminer le sucre dans le jus de betteraves, car l'on sait maintenant produire en forçant la dose de nitrate et de sels de potasse dans les engrais des betteraves à densité élevée avec peu de sucre.

H. Pellet combat cette dernière opinion qu'il avait partagée précédemment. Mais, en 1875, il a institué à Abbeville un champ d'expérience précisément dans le but de reconnaître l'influence de hautes doses d'engrais salin sur la densité des jus. On donna jusqu'à 5,000 kilogrammes de chlorure de sodium et d'autres sels par hectare. Néanmoins la densité du jus n'a pas été surélevée au détriment de la teneur en sucre.

Des résultats analogues ont été obtenus par Dudouy à Pontoise (††). Malgré l'application de 1,000 kilogrammes de nitrate de soude par hectare, les betteraves récoltées avaient une pureté de 83,20 pour une densité de 1,053.

A. Le Docte partage l'opinion de Pellet. Les chiffres contradictoires cités

(*) Voir notre article B. d. A. C. II, n° 3.

(**) Z. 30, n° 12.

(***) J. d. F. S. 24, n° 45.

(†) S. B. 12, nos 13, 14 et 15.

(††) Voir aussi cette Revue, page 398.

s'expliquent tout autrement. Quand on trouve, par exemple, pour une densité de 1,047 une pureté de 97,1 et pour une densité de 1,070 une pureté de 66,8, cela provient soit d'erreurs dans les opérations d'analyse, soit de l'emploi d'instruments ou d'éléments de calculs inexacts. Les milliers d'analyses de betteraves effectuées par lui avec toutes les précautions nécessaires ont toujours montré une relation très suffisamment régulière entre la densité d'un jus de betteraves et sa richesse saccharine. Cela résulte également des essais de Pellet, Pagnoul, Durin, etc. Tout au plus y a-t-il quelques réserves à faire pour certains cas exceptionnels qui se présentent très rarement.

On argumente de quelques écarts entre les teneurs en sucre trouvées pour une même densité; mais ne compte-t-on pas par douzaines des écarts plus grands entre les analyses de chimistes différents opérées sur les mêmes lots de betteraves et atteignant 1, 2 et même 3 % de la richesse saccharine?

Faisons remarquer encore que le même chimiste qui analyse la même betterave, mais avec des procédés, instruments et tables différentes (dont certains défectueux, il est vrai, mais cependant en usage dans les laboratoires) pourrait trouver, par exemple, dans un cas une pureté de 77 et dans un second cas une pureté de 99.

C. LA POLARISATION.

Comme on ne connaît (*) aucun moyen chimique pour doser le sucre cristallisé d'une façon certaine et commode, on se sert d'une de ses propriétés physiques, de la polarisation.

Nous parlerons plus loin (chapitre III) des questions de polarimétrie proprement dites. Ici nous ne nous occuperons que des détails de l'opération se rapportant à l'analyse des betteraves, en admettant que l'on opère avec le polarimètre Soleil-Scheibler (ou Venzke), pour lequel 100 degrés correspondent à 26,048 grammes de sucre pur.

Tout le monde sait la méthode employée presque universellement pour la clarification du jus. On verse, dans un ballon gradué avec deux traits de jauge, 100 centimètres cubes de jus (50^{cc} suffiraient également) et on ajoute du sous-acétate de plomb concentré, de manière que le mélange occupe un volume de 110^{cc}; il se forme un précipité (dont nous parlerons ultérieurement). La liqueur filtrée est observée au polarimètre et l'on trouve, au moyen de la table de Venzke-Oswald, la quantité de sucre par 100 grammes de jus.

Quelques auteurs conseillent de remplacer le sous-acétate de plomb par l'hydrate d'alumine, l'alun, le tannin, l'acide acétique, etc., ou au moins d'y ajouter un peu d'une de ces substances. Toutes ces additions sont parfaitement inutiles et bien souvent nuisibles pour l'analyse des betteraves; le sous-acétate de plomb, au contraire, donne toujours de bons résultats, pourvu qu'il soit suffisamment concentré. Il faudrait donc supposer que l'opinion de ces auteurs n'a pas été basée sur des observations approfondies.

(*) *F. Sachs*. Études sur l'analyse de la betterave.

Les tables de Venzke-Oswald ne sont cependant pas rigoureusement exactes, puisque Oswald a admis, dans ses calculs, que le poids spécifique du jus correspondait exactement à la quantité de sucre observée. En réalité, il est toujours un peu plus élevé à cause de la présence du « non-sucre » et, par suite, les chiffres trouvés dans ces tables sont un peu trop élevés.

Oswald lui-même avait compris cela et il a, ainsi que Zabel, publié des tables qui tiennent compte du véritable poids spécifique du jus, mais dont l'usage n'est pas assez commode. Stammer et Schmitz ont modifié légèrement la table de Venzke-Oswald et, de plus, conseillent de se servir d'une nouvelle table, calculée en admettant que le quotient de pureté soit toujours 83. (L'analyse moyenne des betteraves à la fabrique de Koberwitz, en Silésie.)

Mais on sait que les betteraves de la Belgique et de la France n'atteignent que fort rarement un quotient aussi élevé. On est bien content si le quotient de pureté moyen est de 80. D'un autre côté, les jus carbonatés et filtrés ont le plus souvent des quotients de pureté plus élevés. Il serait donc préférable de conserver la vieille table de Venzke-Oswald (qu'on pourrait corriger d'après les recherches de Schmitz et de Tollens) et, pour les analyses qui se rapprochent de la moyenne ordinaire, déduire un *chiffre constant* que l'on trouvera dans la petite table qui suit. Si les chiffres trouvés diffèrent beaucoup de la moyenne ordinaire, il faudra rechercher dans cette même table le chiffre à déduire correspondant.

% de sucre dans le jus.	QUOTIENTS DE PURETÉ							
	60	65	70	75	80	85	90	95
5 %	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00
6	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01
7	0,13	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
8	0,17	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,01
9	0,22	0,17	0,14	0,10	0,08	0,05	0,04	0,02
10	0,27	0,21	0,17	0,13	0,10	0,07	0,04	0,02
11	0,32	0,26	0,21	0,16	0,12	0,08	0,05	0,02
12	0,38	0,31	0,25	0,19	0,14	0,10	0,06	0,03
13	0,45	0,37	0,29	0,23	0,17	0,12	0,08	0,03
14	0,52	0,43	0,34	0,26	0,20	0,14	0,09	0,04
15	0,60	0,49	0,39	0,30	0,23	0,16	0,10	0,05

Cette table est d'un usage extrêmement simple. Ainsi si les betteraves de la fabrique ont ordinairement 10 à 12 % de sucre et un quotient de pureté d'environ 80, on devra toujours déduire 0,12 du chiffre trouvé d'après la table de Venzke-Oswald ou une autre table de ce genre. Seulement quand on aura affaire à une betterave très bonne ou très mauvaise, il faudra remplacer ce chiffre par un autre correspondant de la table : on n'aura donc besoin de celle-ci que rarement. De même on pourra choisir des *chiffres constants* pour les jus bruts, les jus carbonatés, etc., puisque généralement la composition de ces jus varie dans des limites très étroites. Ainsi si les jus bruts ont ordinairement 8 à 9 % de sucre et un coefficient de pureté de 80 à 82, le *chiffre constant* sera de 0,08. C'est moins compliqué et plus exact que les tables Stammer-Schmitz.

On a proposé un autre moyen permettant de supprimer l'emploi des tables. C'est le *procédé par la pesée* : On pèse $3 \times 26,048 = 78,144$ grammes et on

ajoute du sous-acétate de plomb et de l'eau jusqu'au volume total de 100^{cc}; on filtre et on observe au polarimètre. Le chiffre lu à l'échelle divisé par 3 indiquera alors directement la quantité de sucre dans le jus. Ce procédé est peu commode quand on est obligé de faire un grand nombre d'analyses et n'est guère plus exact que le procédé précédent quand on y fait la petite correction indiquée; aussi, quoi qu'on en dise, je pense qu'il est employé fort rarement.

Une autre faute a été signalée récemment par le D^r Degener (*), c'est que les ballons d'essai sont rarement jaugés d'une façon exacte et diffèrent le plus souvent d'environ 0,25^{cc} par 100^{cc} du volume réel. La faute commise serait

donc, quand on se sert du procédé par la pesée, de $\frac{0,25}{100} = \frac{1}{400}$ ou de 0,03 % pour 12 % de sucre. Pour le procédé au volume, l'erreur serait encore plus petite si les matras avaient un goulot étroit et étaient jaugés avec soin. Mais malheureusement on trouve dans le commerce beaucoup de ces matras de 100/110^{cc}, et encore plus de 50/55^{cc}, à très larges goulots et jaugés d'une façon peu scrupuleuse. Il faudrait donc également faire attention sur ce point.

On trouve fréquemment le laboratoire placé juste au milieu de la fabrique, où le plus souvent règne, pendant la campagne, une chaleur excessive dépassant même quelquefois 30° C. Dans ce cas, il faut hâter le plus possible l'essai du jus, en laissant reposer celui-ci préalablement dans un endroit plus froid, pour l'essai à l'aréomètre.

En effet, j'ai constaté que du jus de betteraves contenant 12,94 % de sucre, qui était placé (dans une bouteille fermée, pour éviter l'évaporation) dans un laboratoire à une température de 30° cent. environ, contenait :

Au bout de	1 1/2 heure	12,78 % de sucre;
—	2 1/2 —	12,68 —
—	3 —	12,57 —

Si le jus de betteraves est conservé dans un espace froid, il s'altère moins rapidement; cependant, il ne faudrait pas non plus trop exagérer dans ce cas (**). Ainsi, un jus de betteraves de 11,44 % de sucre, conservé à une température de 11° C., montrait :

Après	7 heures	11,27 % de sucre;
—	20 —	10,93 —
—	30 —	10,10 —
—	70 —	6,00 —

Au contraire, en conservant pendant plusieurs jours dans un endroit chaud du jus auquel on avait ajouté 10 % de sous-acétate de plomb, je n'ai pu

(*) S. B., 1^{er} février 1883.

(**) Les eaux de pulpe épuisées de la diffusion s'altèrent également très rapidement à chaud et sensiblement à froid. Ainsi une eau de ces pulpes de 1,03 p. c. de sucre, qui fut conservée dans un endroit très froid, montrait :

Après	25 heures.	0,68 % de sucre.
—	35 —	0,42 —
—	45 —	0,08 —

constater aucune altération du jus. Cette altération avait cependant lieu quand j'ajoutais seulement 5 % de sous-acétate de plomb.

Dans un laboratoire chaud, une certaine évaporation esté également à craindre pendant la filtration; il sera donc prudent de placer l'entonnoir directement dans un petit cylindre de réception en verre et de le couvrir par une feuille de papier. De plus, il pourrait se produire une petite erreur par suite de la différence de la température du jus au moment de verser le sous-acétate de plomb et au moment de l'observation au polarimètre, mais cette faute est ordinairement négligeable. Elle devient cependant plus sérieuse si le polarimètre lui-même est devenu chaud en donnant alors des indications peu exactes. Il faut donc faire tout ce qu'on peut pour éviter cette cause d'erreur.

L'objection principale qu'on a faite à la polarisation, c'est qu'à côté du sucre cristallisable le jus peut contenir de la dextrine ou d'autres substances capables de faire dévier le plan de la polarisation à droite ou à gauche, de sorte que les résultats obtenus en seront profondément altérés. Pour éviter le plus possible cet inconvénient, Sickel et d'autres chimistes ont proposé l'emploi de l'alcool concentré. On prend alors, par exemple, le poids normal de jus (26,048 gr.) et on y ajoute un peu de sous-acétate de plomb et puis de l'alcool jusqu'au volume de 100^c; enfin on filtre et polarise comme à l'ordinaire. Malheureusement cette méthode n'est pas fort commode, et peut donner lieu également à des erreurs par suite de la volatilité de l'alcool et à cause de la très petite quantité de jus qu'on pèse pour l'essai. Nous reviendrons plus loin sur cette question (page 468).

Le maniement du polarimètre est, pensons-nous, suffisamment connu à tous ceux qui s'en servent. On voit cependant souvent qu'on traite l'appareil peu soigneusement en l'approchant, par exemple, de la flamme à gaz plus qu'il ne faut.

Il faut éviter également de trop serrer les disques obturateurs des tubes d'observation, car il peut arriver alors, par suite de ce serrage, une déviation du plan de polarisation, qui, selon les observations du Dr Degener (*), dépasse quelquefois même un degré à l'échelle du polarimètre. Ces tubes d'observation devront avoir toujours une longueur exacte de 0^m20, ou pour des liqueurs très diluées de 0^m40. Les tuyaux de 0^m10 de longueur sont, au contraire, d'après notre expérience, parfaitement inutiles, même pour des liqueurs fortement colorées. Il est vrai que dans ces tuyaux, la liqueur devient deux fois plus transparente : mais comme l'erreur d'observation devient deux fois plus grande, on n'y aura rien gagné, en somme. Disons, en passant, que, dans ce cas, il vaudrait mieux diluer les liqueurs foncées à un volume double en ajoutant de l'eau distillée et un peu de sous-acétate de plomb.

D Sidersky (**) propose de simplifier le calcul de la teneur saccharine d'un jus polarisé. Si ce jus avait une densité d correspondant à B degrés Balling, et que sa polarisation fût P , sa teneur saccharine (par 100 gr. de jus) serait au lieu de $P \times \frac{0,26048}{d}$ $P \times (0,26048 - 0,01 B)$, ce qui est

(*) Z. 32, p. 322.

(**) Z. 30, n° 12 et N. Z. 5, décembre.

beaucoup plus simple (voir page 446). Cette formule ne s'applique évidemment qu'à l'appareil Venzke.

D. Le précipité plombique.

Quand on ajoute à 100^{cm3} de jus de betterave du sous-acétate de plomb, de façon à obtenir un volume total de 110^{cm3}, il se forme un précipité très abondant, de sorte que le liquide occupera alors réellement un volume inférieur à 110^{cm3}.

Plusieurs chimistes ont étudié la question de savoir si en pratique cette diminution du volume du liquide pourrait être une cause d'erreur dans la polarisation.

Les premiers essais ont été faits par **Welz** (*) en 1867. Il déterminait le volume de la liqueur filtrée et y ajoutait le volume du jus qui était resté attaché au précipité déposé sur le filtre. Il obtenait ainsi un volume total de 107,8^{cm3}, de sorte que le dépôt aurait occupé un volume de 2,2^{cm3}, correspondant à 0,3 % de sucre. Cette méthode, qui présente beaucoup de difficultés, ne donne pas des résultats exacts, à cause de l'évaporation, etc.

Maumené a cru devoir évaluer le volume du précipité à 10-14^{cm3}, en se basant sur des essais certainement inexacts.

Scheibler (**) avait adopté la méthode de la dissolution au double volume. Cette méthode a l'inconvénient de se baser sur des différences de lecture au polarimètre, qui ne dépassent pas quelques dixièmes de degré. Les résultats obtenus sont donc fort incertains. Scheibler, pour contrôler ses essais, recueillait et lavait quelques-uns des résidus plombiques du jus de betteraves et en déterminait le poids spécifique avec la benzine. Il trouva que le poids du précipité plombique variait entre 2,8 gr. et 4,77 gr., ce qui correspond en moyenne à 0,15 % de sucre. Des essais analogues ont été faits par

H. Pellet (***) et Champion.

Nous (†) avons soumis cette question également à une étude approfondie.

Voici la description de la méthode employée :

100 centimètres cubes de jus furent clarifiés avec 1/10 de sous-acétate de plomb et le précipité lavé à plusieurs reprises dans un haut cylindre en verre, d'abord avec de l'eau froide et puis avec de l'eau chaude, en décantant les eaux de lavage jusqu'à ce qu'elles ne contiennent plus de traces de sucre. Le précipité, encore très humide (environ 60 centimètres cubes), fut introduit sans perte dans un ballon de 100 centimètres cubes en ajoutant la moitié du poids normal $\left(\frac{26,48}{2} = 13^{\text{gr}} 024\right)$ de sucre raffiné (pol. 99,9), puis je complé-
tai le volume de 100 centimètres cubes en ajoutant un peu d'eau distillée et je polarisai après dissolution et filtration, dans le tube de 400 millimètres de longueur. J'obtins alors une polarisation non pas de 99,9 degrés, mais de 100,7 à 100,8 degrés.

(*) Z. 17, p. 489.

(**) Z. 25, p. 1054.

(***) J. d. F. S., août et septembre 1876.

(†) Z. 1880, p. 229.

Le dépôt plombique fut alors lavé de nouveau jusqu'à ce que le liquide décanté ne montrât plus de traces de sucre, puis séché; il pesait alors 2^{gr}90 et son poids spécifique était de 3^{gr}3 (Scheibler avait trouvé 3^{gr}129).

Le volume était donc de $\frac{2,90}{3,3} = 0^{\text{cc}}87$, de sorte que dans l'essai décrit précédemment :

$100 - 0,87 = 99^{\text{cc}}13$ de la solution sucrée auraient dû donner une polarisation de $\frac{99,9 \times 100}{99,13} = 0,77 \text{ degrés}$, ce qui correspond exactement au chiffre

obtenu directement, comme nous avons dit. Il était donc démontré que le volume du dépôt ne changeait pas quand on le séchait soigneusement.

Pour montrer cette influence au polarimètre d'une façon encore plus frappante, je séchai alors 24^{gr}35 de dépôts provenant de divers jus (poids spécifique, 3,5) et j'ajoutai de même, comme je l'ai dit plus haut, la moitié du poids normal en sucre raffiné. Le résultat fut une polarisation de 107,1° à la place de 99,9°, alors que le calcul donnait :

$$100 - \frac{99,9 \times 100}{24,35} = 107,3^{\circ}.$$

Pour venir à l'encontre de toute objection possible, je déterminai encore l'influence de l'acide carbonique de l'air, qui aurait pu former du carbonate de plomb, et celle de l'eau chaude, qui aurait pu dissoudre une partie du dépôt pendant le lavage. Il résulta que ces causes étaient trop petites pour pouvoir influencer sensiblement les résultats trouvés.

Une certaine quantité de dépôts obtenus de la manière que je viens de décrire, de 100 grammes de jus de betteraves chacun, qui contenait environ 12 % de sucre, avait les poids suivants :

2^{gr}67 — 2,71 — 2,92 — 2,61 — 2,91, soit environ 2,76 grammes qui occupaient en moyenne un volume de 0^{cc}84. L'erreur à la polarisation était, par suite, en terme moyen :

$$\frac{0,84}{109,16} = \frac{1}{130} = 0,8 \text{ p. c. de la polarisation,}$$

soit, pour une polarisation de 12 % — 0,092.

Il en résulte qu'il faudrait déduire environ 0,1 % de sucre pour toutes les analyses de jus de betteraves ; par exemple, ayant trouvé 12,0 % de sucre, il faudrait compter seulement 11,9 %.

Des essais analogues furent entrepris pour les autres jus, les sirops, les mélasses, etc.

Cette question a été reprise ensuite par Raffy, Commerson et Pellet.

T. Raffy (*) conclut de ses essais sur les mélasses qu'il n'y a pas à tenir compte de l'influence du dépôt plombique. Cependant, en considérant le très grand volume du précipité formé, Raffy suppose que le précipité à l'état naissant doit absorber du sucre et « cela en quantité telle que l'augmentation

(*) J. d. F. S. 23, n° 12.

qui résulterait de la présence du précipité dans le liquide est compensée par l'appauvrissement du liquide en sucre. »

Ces résultats furent confirmés par **Commerson** et **Laugier** (*). Plus tard **H. Pellet** et **Biard** (**) se sont également occupés de cette question, et ils sont arrivés à des conclusions dont les plus importantes sont :

1° Le précipité plombique formé au sein d'une liqueur sucrée entraîne une certaine quantité de sucre qui compense en général l'influence du volume occupé par le précipité même ;

2° Lorsque le précipité est formé depuis un certain temps et qu'il a subi plusieurs lavages, comme dans l'expérience de F. Sachs, il y a augmentation de la richesse saccharine par suite du volume occupé par le précipité, qui alors a perdu son pouvoir absorbant.

Enfin (***) nous avons soumis, en collaboration avec **R. Debarbieri**, à un nouvel examen cette question qui est très intéressante au point de vue scientifique et qui a une réelle importance au point de vue du calcul du rendement.

Voici les résultats obtenus :

On avait pu reprocher à nos essais précédents que le précipité avait été obtenu en dehors du liquide et que, par suite, le précipité plombique avait pu absorber du sucre à l'état naissant, alors qu'il n'en pouvait plus absorber lorsqu'il est mis tout formé dans un liquide sucré. C'est ce qui semble ressortir des essais de Pellet. Seulement les expériences de Pellet ayant été faites uniquement sur des mélasses et des sels minéraux, n'ont pas non plus résolu définitivement cette question et les conclusions de ce chimiste ne sont pas applicables au jus de betterave pour l'analyse duquel la résolution de ce problème a justement le plus d'importance.

Pour résoudre la question, nous avons d'abord répété les expériences de Raffy et de Pellet sur des mélasses ou plutôt sur des eaux d'osmose concentrées.

Nous avons pris des poids x de mélasses successivement croissants (approximativement dans la même proportion) que nous introduisions dans des ballons de 100 cc. Après avoir ajouté du sous-acétate de plomb, nous avons complété le volume avec de l'eau distillée et puis polarisé. En opérant de cette façon, le poids de la mélasse étant toujours de plus en plus grand, le volume du précipité allait toujours en augmentant, de sorte que son influence devait se faire sentir de plus en plus ; en d'autres termes, si nous appelons x le poids de la mélasse et y le degré saccharimétrique correspondant, le quotient $\frac{y}{x} = q$ devrait toujours augmenter dans une proportion égale à celle du précipité.

Voici les valeurs trouvées pour q dans deux essais, pour lesquels la quantité de mélasse employée variait de 5 à 35 grammes.

Premier essai : 1,906 — 1,900 — 1,900 — 1,906 — 1,896.

Deuxième essai : 2,14 — 2,13 — 2,14 — 2,14.

(*) S. I., mai 1883.

(**) B. d. A. C., 15 juillet 1883.

(***) B. d. A. C., 15 juillet 1884.

Il résulte de ces essais que le quotient $\frac{y}{x}$ est égal à un chiffre à peu près constant. D'où il faut conclure que le précipité formé dans les eaux d'osmose n'a pas une influence sensible sur le degré saccharimétrique.

Nous avons ensuite fait les mêmes essais avec du jus de betterave.

Voici les résultats obtenus :

Premier essai.

$x = 20^{\text{gr}}.35$	$y = 11,10$	$q = 0,5446$
$x = 40^{\text{gr}}.50$	$y = 22,25$	$q = 0,5474$
$x = 60^{\text{gr}}.63$	$y = 33,40$	$q = 0,5480$
$x = 80^{\text{gr}}.75$	$y = 44,70$	$q = 0,5497$

Deuxième essai.

$x = 24^{\text{gr}}.87$	$y = 12,7$	$q = 0,5800$
$x = 41^{\text{gr}}.25$	$y = 24,0$	$q = 0,5830$
$x = 62^{\text{gr}}.82$	$y = 36,7$	$q = 0,5842$
$x = 82^{\text{gr}}.08$	$y = 48,1$	$q = 0,5860$

Il ressort de ce tableau que, dans ce cas, le quotient $\frac{y}{x}$ va toujours en augmentant avec le poids x du jus de betterave ou, en d'autres termes, que la richesse saccharine du jus augmente avec le volume du précipité plombique. Par conséquent, en opposition de ce qui a eu lieu pour les eaux d'osmose, le dépôt plombique est une cause d'erreur dans la lecture au saccharimètre quand on fait l'analyse d'un jus de betterave.

Arrivés à ce point, nous avons cru devoir étudier profondément la question.

Si, d'après Raffy et Pellet, le dépôt plombique qui se forme au sein des eaux d'osmose entraîne une certaine quantité de sucre et cela justement en telle quantité qu'elle compense la diminution du volume du liquide qui tient en dissolution ce sucre, pourquoi le même fait ne se vérifie-t-il pas pour le jus de betterave ?

Il était naturel de supposer que la constitution des mélasses étant différente de celle du jus de betterave, les corps qui auraient cette propriété absorbante pour le sucre, se trouvaient en plus grande quantité dans la mélasse que dans le jus de betterave.

Nous avons donc tâché d'étudier si ce phénomène d'absorption se manifestait et dans quelle mesure pour les divers corps que l'on rencontre le plus fréquemment dans ces deux liquides sucrés.

À cet effet, nous avons ajouté successivement à 16 gr. 19 de sucre blanc raffiné (polarisant 99,8) du citrate de potassium, du tannin, de l'oxalate de sodium, du carbonate de sodium, du chlorure de sodium, du sulfate de potassium, etc.

Nous avons ajouté dans chaque essai du sous-acétate de plomb et nous avons polarisé.

Voici les résultats obtenus :

				Polarisation.
Sucre blanc seul	.	.	.	99,8
Sucre blanc	+	citrate de potassium	+	98,9
—	+	oxalate de sodium	+	100,2
—	+	carbonate de sodium	+	99,0
—	+	chlorure de sodium	+	99,9
—	+	sulfate de potassium	+	99,0
—	+	tannin	+	103,4

Ensuite le précipité obtenu de chaque mélange a été recueilli sur un filtre, soigneusement lavé (jusqu'à ce qu'il ne contienne plus traces de sucre), desséché et pesé.

Les poids obtenus pour ces divers précipités plombiques sont :

	grammes
Citrate de plomb	4,85
Tannate	10,80
Oxalate	4,9
Carbonate	9,9
Chlorure	7,55
Sulfate.	4,50

Notre but étant de déterminer le volume occupé par le précipité, il nous était nécessaire de connaître le poids spécifique de chaque combinaison plombique formée. Nous nous sommes vus obligés de déterminer nous-mêmes ces densités après les avoir cherchées inutilement dans toute la littérature chimique.

Les poids spécifiques ont été déterminés à l'aide de la benzine et d'un picnomètre.

On a déterminé d'abord le poids du picnomètre et son volume V , puis la densité de la benzine d . On introduit alors dans le picnomètre un poids p du précipité à essayer et on remplit le tout de benzine: soit P le poids total moins le poids du picnomètre; nous obtenons le poids spécifique D par la formule :

$$D = \frac{pd}{Vd - P + p}.$$

Nous avons obtenu ainsi :

	Poids spécifique.	Poids du précipité.	Volume.
Citrate de plomb.	4,31	4gr.85	1 ^{c3} 12
Tannate —	3,05	10gr.80	3 ^{c3} 54
Oxalate —	1,5	4gr.90	0 ^{c3} 89
Carbonate —	6,27	9gr.90	1 ^{c3} 58
Chlorure —	6,0	7gr.55	1 ^{c3} 26
Sulfate —	5,6	4gr.50	0 ^{c3} 80

Arrivé à ce point, il nous aurait suffi, après avoir déterminé l'erreur résultant du volume du précipité, de la soustraire de la polarisation trouvée et de voir si, à la suite de cette correction, le reste correspondait encore à la polarisation donnée par le sucre pur. Si, par suite de cette correction, on obtenait

encore un résultat différent de celui donné par le sucre blanc seul, il faudrait conclure de là qu'il y a à rechercher une autre cause d'erreur en dehors de l'influence du précipité.

En faisant les calculs, on verra que pour le tannate de plomb seul, le volume occupé par le précipité correspond exactement à l'augmentation de la richesse saccharine. En effet, pour ce cas nous aurions dû trouver une polarisation de :

$$\frac{99,8 \times 100}{100 - 3,54} = 103,5,$$

qui correspond exactement au résultat obtenu par observation directe.

À l'instar de Raffy et Pellet, il nous aurait fallu conclure de là que tous les corps par nous étudiés (sauf le tannate de plomb, qui fait exception) absorberaient une quantité de sucre qui, cependant, n'est nullement correspondante à la diminution du liquide. Mais cette explication ne nous a pas suffi.

Nous avons recherché s'il ne pouvait pas exister une autre cause qui, en dehors de l'absorption du sucre, expliquerait ce phénomène curieux.

À cet effet, nous avons entrepris divers essais.

En nous référant aux essais précédents lorsque nous avons précipité les divers sels de potassium et de sodium par le sous-acétate de plomb, le liquide filtré contenait évidemment du sucre plus des acétates de potassium et de sodium.

N'était-il pas possible que les acétates de potassium et de sodium en présence du sucre eussent un pouvoir rotatoire lévogyre ?

Pour vérifier cette supposition, nous avons pris une solution déterminée d'acétate de potassium ; nous avons vérifié si elle donnait seule une déviation au polarimètre, et puis nous en avons ajouté une quantité connue au poids normal d'un sucre blanc raffiné.

Voici les résultats obtenus :

	Polarisation.
Acétate de potassium seul	0
Sucre blanc seul (16 gr. 19)	99,8
Sucre blanc + 51 gr. 66 d'une solution d'acétate de potassium .	98,8

51 gr. 66 de la solution d'acétate de potassium contenaient 1 gr. 728 d'acétate de potassium.

Il en résulte que l'acétate de potassium a, en présence du sucre, une rotation lévogyre qui s'évalue, selon nos essais, à 0,57 degré pour 1 gramme de ce sel.

Comparons ces valeurs aux chiffres trouvés précédemment pour le citrate de plomb.

Le poids du citrate de plomb obtenu étant de 4 gr. 85, et son volume de 1,12^{cm³}, la polarisation aurait dû donner

$$\frac{99,8 \times 100}{100 - 1,12} = 100,9,$$

au lieu de 98,9 que nous avons trouvé par l'observation directe.

4^{gr}.85 de citrate de plomb correspondant à

$$\frac{4,85 \times 588,82}{809,76} = 3,52 \text{ d'acétate de potassium qui se trouvaient dans le}$$

liquide sucré filtré. Cet acétate de potassium détruisait l'action de

$$3,52 \times 0,57 = 2,0 \%$$

de sucre au polarimètre.

Or, la différence entre 100,9 et 98,9 étant exactement égale à 2,0, on peut en conclure qu'il n'y a dans ce cas *aucune absorption de sucre*.

La même chose a eu lieu pour le sulfate de plomb.

Le poids du sulfate de plomb étant de 4^{gr}.50 et son volume de 0,80, la polarisation aurait dû donner

$$\frac{99,8 \times 100}{100 - 0,80} = 100,6.$$

L'observation directe a donné 99,0.

D'un autre côté, 4^{gr}.50 de sulfate de potassium correspondent à 2^{gr}.90 d'acétate de potassium ; donc l'action sur le polarimètre était en présence du sucre

$$2,90 \times 0,57 = 1,65.$$

En déduisant ce chiffre de 100,6, on obtient aussi exactement 99,0, chiffre observé directement au polarimètre.

En faisant des essais analogues sur les sels de soude essayés, les résultats obtenus n'ont pas été aussi frappants. Cela tenait probablement à cette circonstance que dans les essais avec les sels de soude, nous avons négligé de vérifier s'il y avait un excès de sous-acétate de plomb ou de sel employé dans la liqueur ; or il aurait été possible que ces sels auraient eu également en présence du sucre une influence sur la polarisation. En effet, nous avons constaté que le citrate de potassium, le carbonate de sodium et plusieurs autres sels ont une influence analogue à celle des acétates, ce qui concorde avec des observations faites par d'autres chimistes. En tout cas, nous pouvons conclure de nos essais que pour les sels de soude comme pour les sels de potasse examinés par nous, *les dépôts plombiques n'absorbent aucune trace de sucre*.

On peut se rendre compte par là des divergences que l'on observe entre l'analyse des jus de betterave et celle de la mélasse. Dans le dernier cas, la plupart des sels précipités par le plomb sont des sels de potassium et de sodium, dont le pouvoir lévogyre en présence du sucre agit en sens inverse de l'influence du volume du dépôt plombique.

Pour le jus de betterave, au contraire, la plupart des sels précipités ne sont pas des sels de potassium, mais plutôt des substances organiques et en partie des acides qui mettent en liberté non pas des acétates alcalins, mais de l'acide acétique.

Or il résulte d'autres essais que nous avons fait, que l'acide acétique n'a aucune influence sur la polarisation du sucre et peut même en partie empêcher l'action des acétates alcalins. Il faut donc tenir compte *pour l'analyse du jus de betterave, du volume entier du précipité formé*, comme cela résulte égale-

ment de nos expériences directes. Pour les mélasses, sirops, etc., il ne faut, au contraire, aucune correction.

N. B. Nous pouvons encore tirer une autre conséquence de nos essais, c'est que *l'emploi du tannin* pour la décoloration des jus et des mélasses dans les laboratoires *est extrêmement dangereux* en ce sens que le volume du précipité plombique formé peut avoir une influence très sensible sur la polarisation.

Nous avons constaté ce fait aussi en comparant des analyses de sirops bruts, de sirops osmosés, de sucre foncé, etc., effectuées avec et sans l'emploi du tannin.

D. QUANTITÉ DE JUS CONTENUE DANS LA BETTERAVE. LE COEFFICIENT D'EXTRACTION.

Nous avons vu (*) comment on peut déterminer la quantité de sucre contenu dans le jus de betteraves; il s'agit maintenant de ramener ce chiffre au poids de la betterave même.

Il était accepté jusqu'à ces dernières années dans presque toutes les fabriques de sucre, de multiplier le chiffre obtenu par 0,95, supposant ainsi que la betterave contient toujours 95 % de jus normal et 5 % de tissu cellulaire.

En lavant méthodiquement de la pulpe de betterave jusqu'à épuisement complet et en séchant ensuite le résidu, j'ai obtenu pour le tissu cellulaire les chiffres suivants :

$$3,64 - 3,27 - 4,46 - 3,21 - 4,27, \text{ etc.,}$$

soit en moyenne environ 4 % de tissu cellulaire, de sorte que la betterave aurait 96 % de jus normal, chiffre adopté, en effet, par quelques fabriques françaises (Compagnie Fives-Lille).

Les essais d'autres chimistes concordent assez bien avec les miens et n'ont jamais donné 5 %, du moins quand ils ont été faits de la manière ordinaire.

Mais cette détermination n'aurait une valeur véritable que dans le cas où le jus extrait par les presses de laboratoire avait la même composition que le jus imbibant le résidu, chose qui n'est nullement démontrée.

En effet, toute cette ancienne théorie a été bouleversée complètement, il y a quelques années, par les essais du Dr Scheibler.

En extrayant, au moyen d'une digestion méthodique avec l'alcool, tout le sucre contenu dans la pulpe de betterave, et en pressant en même temps une autre partie de cette pulpe de la manière ordinaire, Scheibler, par la comparaison des chiffres obtenus, est arrivé à des résultats qui diffèrent essentiellement de ceux admis jusqu'ici. Il a trouvé en moyenne à peu près 90 % de jus normal, alors que le résidu obtenu de cette façon et séché était de 4,7 % en moyenne (**). On voit qu'il manquait encore environ 5 % pour compléter les 100 %; d'après Scheibler, c'est de l'eau intercellulaire (*Colloid-Wasser*), ne contenant pas de sucre.

On comprend que ces essais de Scheibler ont eu un très grand retentisse-

(*) F. Sachs. Etudes sur l'analyse de la betterave.

(**) Scheibler trouvait un peu plus de tissu cellulaire dans la betterave que nous, probablement parce qu'une coagulation de l'albumine avait lieu dans sa méthode.

ment et beaucoup de fabriques, surtout en Bohême, qui jusque-là avaient employé sans vérification aucune le coefficient de 0,95, s'empressèrent d'admettre immédiatement 90 % de jus normal, sans se donner la peine de vérifier si les essais faits par Scheibler seulement sur des betteraves râpées, pourraient s'appliquer également aux cossettes obtenues au moyen de la diffusion (qui sont employées en Bohême à peu près exclusivement pour l'analyse des betteraves).

On s'est laissé guider principalement, sans doute, par le plaisir de pouvoir, grâce aux chiffres de Scheibler, montrer de beaux rendements.

En Allemagne, on s'est montré plus réservé, peut-être parce qu'on y était à même à cause du pesage plus exact des betteraves, d'observer que les chiffres de Scheibler ne correspondent pas aux rendements pratiques.

Cependant on ne s'y donnait pas non plus la peine de contrôler sérieusement ces chiffres, à l'exception du professeur Tollens, qui, dans un très beau travail, exprime l'opinion que la méthode de Scheibler donne des résultats s'approchant beaucoup de la vérité (*). Malheureusement Tollens travaillait, comme Scheibler, uniquement avec la pulpe des betteraves râpées.

Déjà avant Tollens je faisais également une série d'essais pour contribuer à la solution de cette question intéressante.

Je fus frappé tout d'abord par l'observation que les quantités de jus obtenu par la presse du laboratoire varient très sensiblement selon le mode de division des betteraves et suivant la force de la presse.

Ainsi en me servant d'une très forte presse à levier (force 3,500 kilogrammes sur 2 dm² de surface de pression), je pus retirer sur 100 de betteraves essayées, au maximum :

Des pulpes de betteraves râpées	75 % de jus (**);
Des cossettes de diffusion hachées	45 — —
— — — — entières	35 — —

alors qu'avec une presse de laboratoire ordinaire, j'obtins seulement :

Des pulpes de betteraves râpées	45 % de jus;
Des cossettes de diffusion hachées.	30 — —
— — — — entières.	20 — —

y compris la quantité de jus dont le morceau de toile restait imbibé.

Ensuite au lieu de recueillir en une fois tout le jus résultant de la pression de la pulpe de betteraves râpées, je la soumis à une pression s'élevant graduellement, en analysant chaque partie de jus recueillie à part.

J'obtins alors successivement :

Degrés Balling. .	14,5	— 14,5	— 14,4	— 14,4	— 14,5	— 14,0	— 13,9
Richesse en sucre	10,86	— 10,93	— 10,93	— 10,98	— 11,04	— 10,79	— 10,51

(*) Des essais nombreux faits récemment à la station agricole de Bernburg avec la méthode de Scheibler (Z. 33, p. 291) ont indiqué de 82 à 93 % de jus normal dans la betterave et de 3,9 à 5,3 % (dans un cas 7 %) de marc. Il restait une quantité d'eau intercellulaire (?) variant de 0,9 à 13,2 %.

(**) Z. 29, p. 2, 127. La quantité de jus extraite sous une pression de 300 atmosphères des pulpes de betteraves était de 88,9 d'après Lichtenstein (Z. 33, p. 289).

et dans un autre essai semblable, je trouvai successivement :

Richesse en sucre 11,54 — 11,58 — 11,60 — 11,46 — 11,51

Ces chiffres ne montrent rien de bien particulier ; tout au plus paraîtrait-il que la quantité de sucre diminue très légèrement depuis le milieu jusqu'à la fin de la pression.

Mais les résultats obtenus ont été bien plus frappants quand j'opérai sur des cossettes hachées par le hache-viande cylindrique dont on se sert ordinairement, savoir :

Degrés Balling . ?(*) — 15,3 — 15,3 — 15,1 — 14,5 — 13,8 — 13,3
Sucre 12,28 — 12,28 — 12,21 — 12,02 — 11,68 — 11,06 — 10,45

et dans un autre essai :

Degrés Balling ? (*) — 14,2 — 14,2 — 14,1 — 14,1 — 13,6 — 13,2 — 13,0
Sucre 11,29 — 11,29 — 11,27 — 11,03 — 10,98 — 10,46 — 10,23 — 10,21

On voit que la densité et la richesse en sucre du jus diminuent très rapidement à mesure que la pression augmente, et cela dans un rapport qui pourrait être représenté presque graphiquement par la courbe de la parabole.

Ce phénomène se montrait d'une façon encore plus frappante en opérant sur des cossettes entières non divisées par le hache-viande.

Dans un essai de ce genre semblable au cas précédent, j'obtins d'abord successivement :

Sucre . . . 10,56 — 10,24 — 9,42 ‰.

En divisant alors rapidement le résidu par le hache-viande et en pressant, la richesse du jus s'élevait subitement à 12,04 ‰, pour tomber sous une pression plus forte de nouveau à 11,29 ‰. Le jus dans le résidu est donc — dans le cas des cossettes entières — beaucoup plus riche en sucre que le jus d'abord extrait par la presse.

De tous ces essais il résulte d'une façon indiscutable que la théorie du « jus normal » est *absolument fausse*, et qu'à sa place chaque fabrique devrait rechercher un *coefficient proportionnel* moyen entre la richesse en sucre du jus et celle de la betterave entière, coefficient qui variera selon le mode d'analyse et la force de la presse et sera donc différent d'une fabrique à l'autre. Nous appellerons ce chiffre :

Coefficient d'extraction du jus.

Il s'agissait à présent de trouver une méthode pour déterminer ce coefficient sans le secours d'appareils spéciaux et de nature à pouvoir être contrôlée pas à pas.

Après divers essais, voici la méthode à laquelle je m'arrêtai définitivement :

On met un morceau de toile sec, comme on l'emploie pour les essais ordinaires, sur une capsule en porcelaine tarée d'avance, puis on y met autant de pulpe de betterave (ou de cossettes de diffusion) comme on en prend habituel-

(*) Une observation exacte était impossible à cause du grand nombre de bulles d'air.

lement pour les essais de betteraves et on pèse le tout ; la différence donnera le poids de la pulpe prise pour l'essai ; nous le désignerons par A . Puis la pulpe est pressée dans cette toile et le jus (J_1) est recueilli (*) et essayé par l'aréomètre et le polarimètre. Le résidu (R_1) est introduit sans perte dans un cylindre en verre mince de poids connu (y compris une baguette en verre) et on pèse de nouveau. On verse alors de l'eau chaude (**) sur ce résidu et on laisse digérer, tout en agitant avec la baguette. Quand l'eau est devenue tiède, on refroidit rapidement et on pèse le tout pour connaître le poids de l'eau ajoutée. Le résidu imbibé d'eau est alors déversé sur un autre chiffon sec en toile et pressé. Le jus (J_2) est recueilli et le résidu (R_2) est traité exactement comme la première fois par une nouvelle quantité d'eau chaude. On obtient ainsi un nouveau jus déjà très dilué (J_3) et un nouveau résidu (R_3) qui ne contient déjà plus beaucoup de sucre. Le résidu R_3 est également pesée, puis séché et ensuite pesé encore une fois. La dernière pesée indiquera alors la quantité de tissu cellulaire (marc) contenue dans la betterave ; tandis que l'eau (e) évaporée en séchant aura eu sensiblement la même richesse en sucre que le jus J_3 .

Mettons que nous avons trouvé dans J_1, J_2, J_3 successivement p_1, p_2, p_3 ‰ de sucre, nous pourrions trouver alors facilement la richesse en sucre (P) de la pulpe ou des cossettes prises à l'essai.

$$P = \frac{J_1 p_1 + J_2 p_2 + J_3 p_3 + ep_3}{A}$$

et comme J_1 est le jus obtenu par la méthode habituelle, nous trouverons le coefficient proportionnel : $C = \frac{P}{p_1}$.

Les résultats obtenus par cette méthode correspondent à mes observations citées plus haut sur les jus pressés.

Ainsi je constatais selon le mode de division et la force de la presse les coefficients proportionnels suivants :

	Pour une forte presse.	Pour une presse à vis ordinaire.
Pour des pulpes de betteraves râpées . .	0,94 — 0,95	0,94
Pour des cossettes de diffusion hachées . .	0,99 — 1,00	0,97 — 0,98
— — — entières . .	1,10	1,05

Le coefficient proportionnel de la pulpe des betteraves râpées ne varie donc pas beaucoup d'après la pression, mais celui des cossettes de diffusion diminue sensiblement si on se sert d'une presse faible, comme cela résulte également des essais cités plus haut. Comme le dernier jus extrait des cossettes par une forte presse a une composition très irrégulière, il est clair que dans ce cas une trop forte pression est plutôt nuisible pour l'exactitude de l'analyse, contrairement à l'opinion admise assez fréquemment.

Le mode de division est, au contraire, de la plus haute importance. La raison en est probablement qu'on ne peut extraire facilement le jus que des cellules

(*) Il est bon, pour la vérification, de peser également le jus J_1 , ainsi que de laver la toile humide et la presse avec de l'eau chaude, puis de peser et de polariser la solution obtenue et de réduire le poids trouvé en proportion de la polarisation du jus J_1 .

(**) J'ai fait des expériences spéciales qui m'ont démontré que, dans ces conditions, il n'y avait pas d'inversion de sucre en quantité sensible.

déchirées ; autrement il s'y mêle, par la pression, soit de l'eau intercellulaire, soit, ce qui est plus probable, des jus d'une richesse moins grande.

Ainsi il faut *rejeter* absolument la méthode d'analyser les cossettes de diffusion entières non divisées (qui est encore en usage dans quelques fabriques allemandes, par exemple à Minsleben), car cette méthode donne des résultats extrêmement variables.

La méthode d'analyser la pulpe des betteraves râpées donne de très bons résultats, mais néanmoins elle présente des difficultés pour prendre l'échantillon moyen dans le cours de la fabrication.

Reste l'analyse des cossettes hachées. Cette méthode mériterait une confiance absolue si l'on réussissait à diviser les cossettes le plus complètement possible.

Deux appareils ont été proposés qui paraissent atteindre ce but ; c'est la râpe centrifuge de MM. Le Docte et le laminoir de Kettler.

Par ces deux appareils on obtient une pulpe de laquelle on peut extraire par la presse la même quantité de jus que des betteraves râpées (d'après MM. Le Docte et le Dr Stammer). Leur seul inconvénient est le prix un peu élevé.

Le Dr Stammer (*) a fait avec le laminoir de Kettler et les autres moyens de division de la betterave une série d'essais publiés récemment.

Quand on lit attentivement l'article en question, on remarque que les essais de Stammer concordent en général avec les miens. Ainsi si nous prenons une moyenne de ses résultats, en excluant seulement un résultat anormal (n° 2 du tableau II) (**) et les essais faits avec l'alcool (***), on trouve en moyenne à peu près :

Cossettes entières . . .	9,6	% de sucre ;
— hachées . . .	10,85	— —
— laminées . . .	11,5	— —
Betteraves râpées . . .	11,32	— —

Le Dr Stammer a trouvé, de plus, le coefficient d'extraction du jus à la betterave égal à 94. (Il se sert du terme inexact : « teneur en jus ».)

D'après ces données, on trouvera que les betteraves analysées par lui ont contenu en moyenne $11,32 \times 0,94 = 10,64$ % de sucre.

De là on peut déduire par le calcul les coefficients proportionnels suivants :

Cossettes entières	1,10
— hachées	0,98
— laminées	0,93
Betteraves râpées	0,94

On voit que les chiffres obtenus ainsi par le calcul des essais du Dr Stammer faits avec une forte presse, se rapprochent d'une manière frappante de mes résultats. Il est vrai que le Dr Stammer donne lui-même quelques autres

(*) S. B. 11, nos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

(**) S. B. 4, p. 73.

(***) Si cependant on croyait préférable de ne pas exclure ces quelques essais, le résultat n'en sera cependant pas essentiellement modifié.

chiffres, mais sans qu'il paraisse y attacher une grande valeur et sans citer le procédé employé par lui. Comme ces chiffres seraient surtout pour les cossettes entières en contradiction flagrante avec tous ses autres travaux, il faut admettre qu'ils se rapportaient à des cas exceptionnels, ou qu'une erreur a eu lieu.

Je ferai à ce sujet encore une petite observation. Le Dr Stammer, dans la plupart de ses essais, a cru devoir admettre que les deux parties d'une betterave coupée longitudinalement ont la même quantité de sucre.

Or, d'après M. Horsin-Déon, cela n'a nullement lieu, mais, au contraire, le côté de la betterave dirigé vers le sud, alors qu'elle était encore en terre, contiendrait plus de sucre que celui dirigé vers le nord.

Cet inconvénient est très grave (s'il se confirme par d'autres observateurs), dans le cas où on opère sur une seule betterave, mais il est, d'après Horsin-Déon, insignifiant quand on opère sur plusieurs betteraves à la fois.

Il est à regretter que le Dr Stammer n'ait pas contrôlé au moins quelques-uns de ses essais par la méthode si simple que j'ai indiquée. Des erreurs comme celles relatives aux cossettes entières auraient été alors certainement impossibles.

La méthode que nous avons décrite précédemment pour déterminer le coefficient d'extraction du jus de la betterave offre l'avantage précieux de permettre un contrôle pendant l'opération même, mais elle est un peu longue et demande quelque soin.

Voilà pourquoi nous avons cru utile de proposer en même temps l'emploi d'une deuxième méthode un peu plus simple.

Voici en quoi elle consiste :

Sur une balance de Roberval qui ne doit être sensible qu'à 1 gramme près sur 1,000 grammes, on fait la tare d'une capsule en porcelaine quelconque, sur laquelle on a placé un morceau de toile à presser ; puis on y met la même quantité de pulpe râpée (ou éventuellement de cossettes divisées) qu'on est habitué de prendre pour les essais ordinaires, par exemple 400 ou 500 grammes (en prenant des chiffres ronds). On porte la toile contenant la pulpe sous la presse du laboratoire et on recueille le jus extrait, qui est polarisé comme à l'ordinaire. La toile avec le résidu est replacée alors sur la balance et pesée, puis on enlève le résidu, ce qui peut se faire très facilement, et l'on pèse encore, en ayant soin d'opérer le plus rapidement possible pour empêcher toute évaporation. On introduit alors un peu moins de 100 grammes de ce résidu dans un ballon gradué d'un demi-litre, taré d'avance sur une balance accusant 0,1 gramme par 200 grammes (il est inutile de sécher ce ballon complètement avant le pesage), et l'on pèse. Puis on ajoute 15 à 20 centimètres cubes de sous-acétate de plomb et de l'eau presque jusqu'à la marque, et on chauffe le ballon pendant une demi-heure sur un bain-marie, en l'agitant fréquemment. Ceci fait, on laisse refroidir et l'on ajoute une petite quantité d'eau jusqu'à la marque (*). La solution est filtrée et polarisée dans le tube de 0^m40 en faisant une petite correction pour le volume du résidu,

(*) Pour empêcher une diminution de volume du liquide au cours de l'évaporation, il est bon de fermer le ballon par un bouchon en caoutchouc par lequel passe un assez long tube de verre qui monte d'abord verticalement et puis latéralement avec une faible ascension.

soit environ 1 % du sucre trouvé. De là on déduit facilement la quantité totale du sucre contenu dans la betterave et enfin le coefficient d'extraction.

Exemple :

a)	Tare pour capsule + toile.	210 grammes.
	Pulpe à analyser	400 —
	Total.	610 grammes.
	Capsule + toile + résidu	366 —
	Capsule + toile humide	224 —
	Résidu	142 grammes.

soit 35,5 % de la pulpe soumise à l'essai.

L'analyse du jus extrait donnait :

Balling 13,90; sucre 11,15; quotient de pureté 80,2.

b)	Ballon de 1/2 litre	92,2 grammes.
	Ballon + résidu	186,5 —
	Résidu	94,3 grammes.

Après avoir chauffé, etc., la solution contenait 1,76 de sucre pour 100 centimètres cubes de jus ou :

Par 500 centimètres cubes de jus.	8,80 gr. de sucre.
A déduire pour le marc 1 %	0,09 —
Reste.	8,71 gr. de sucre.

On a donc 8,71 grammes de sucre par 94,3 grammes de résidu
ou 9,23 — — — 100 — — —

Par conséquent, 100 grammes de la pulpe de betteraves analysée contenaient :

35,5 gr. de résidu à 9,23 %	3,28 grammes.
Et 64,5 gr. de jus à 11,15 %	7,19 —
Total.	10,47 % de sucre.

Le coefficient d'extraction est donc de :

$$\frac{10,47}{11,15} = 0,939 \text{ ou } 93,9 \%$$

Remarquons encore qu'au lieu d'un ballon de 1/2 litre, on peut se servir aussi de n'importe quel autre ballon gradué, en modifiant en conséquence la quantité de résidu à analyser.

Toute cette méthode est tellement simple qu'elle ne tardera pas, croyons-nous, à entrer dans les habitudes de la pratique.

Il nous reste à examiner quelques objections qu'on pourrait être tenté de faire à ce procédé.

Ainsi on pourrait douter qu'une balance qui ne serait sensible qu'à 1 gramme près, suffise pour les pesées indiquées en a). Admettons même à ce sujet une erreur de 2 grammes, par exemple, sur le poids du résidu, où elle sera le plus sensible, et voyons le résultat :

Soit donc le résidu non pas de 142 grammes, mais de 144 grammes ; il sera alors non pas 35,5, mais 36 % du poids de la pulpe à analyser. Et le calcul devient :

$$\begin{array}{rcl} 36 \text{ grammes de résidu à } 9,23 \% & = & 3,323 \\ 64 \text{ — de jus à } 11,15 \% & = & 7,136 \\ \hline \text{Total.} & & 10,46 \% \end{array}$$

On voit que la différence avec le résultat obtenu précédemment est tout à fait insignifiante.

On pourrait craindre aussi que le titre saccharin ne se changeât par l'échauffement sur le bain-marie malgré la présence du sous-acétate de plomb. Des expériences répétées nous ont cependant prouvé qu'un échauffement même de plusieurs heures ne modifie nullement le titre saccharin du jus de betteraves, pourvu qu'il y ait une quantité suffisante de sous-acétate de plomb. De même des essais exécutés parallèlement sur diverses portions d'une pulpe de betterave mélangée autant que possible nous ont donné des résultats presque identiques.

La détermination du « coefficient d'extraction », contrairement aux procédés dont nous parlerons tantôt (E), permet de conserver l'ancienne méthode pratique et simple consistant à déterminer le sucre dans le jus de la betterave.

Les résultats obtenus par beaucoup de chimistes allemands et qui semblaient démontrer la présence dans le jus de betteraves de substances polarisantes autres que le sucre, ont jeté un certain discrédit sur la méthode d'analyse ordinaire. Fréquemment, lorsque les rendements pratiques ne correspondaient pas aux résultats des analyses, les chimistes, au lieu de contrôler leurs méthodes d'analyses et de calcul, si souvent défectueuses, ont trouvé plus simple d'accuser ces substances polarisantes et mystérieuses. Nous avons cru utile de réagir contre ces exagérations la première fois qu'elles ont été reproduites publiquement par un chimiste de mérite, **M. E. Sostmann** (*) (*Minsleben*).

Sostmann avait cité l'exemple d'une fabrique en Thuringe dans laquelle on avait trouvé une perte inconnue de 3 % du poids des betteraves ; il attribuait cette perte à des substances polarisantes étrangères. C'était là, disions-nous, une conclusion faite à la légère, puisqu'il existait un moyen fort simple de contrôler si cette affirmation était fondée.

Ce moyen, c'est l'aréomètre.

En effet, supposons que le jus de betteraves normales de la Thuringe avait la composition suivante :

Degrés Balling 15,0, Sucre 12,0, Quotient de pureté 80 (chiffres qui certainement ne sont pas trop élevés pour des betteraves de cette contrée).

S'il existait à côté du sucre une substance, dont l'action sur le plan de polarisation équivaldrait à celle de 3 % de sucre (d'après la supposition de M. Sostmann), on trouverait alors par l'analyse :

Degrés Balling 15,0, sucre 15,0, quotient de pureté 100, résultat dont

(*) D. Z. I. 7, n^{os} 47 et 52.

chacun comprendrait tout de suite l'énormité. Si l'on prétendait, au contraire, que ce n'est pas la polarisation du jus, mais celle de la masse cuite qui aurait été inexacte (en sens inverse), on arriverait par un calcul analogue à des résultats tout aussi peu probables.

Mais si même les différences, pour une semaine de travail (on ne saurait guère déterminer les rendements pratiques par un temps moindre), n'étaient pas de 3 %, mais beaucoup plus petites, on devrait encore être frappé par les différences des indications de l'aréomètre. En effet, il n'y a aucune raison plausible pour supposer que ces substances mystérieuses qui dévient si fortement le plan de polarisation, se trouvent dans les jus toujours en quantité constante ; on devrait les y trouver, tantôt en plus grande abondance, tantôt en proportion moindre, de sorte que quand les analyses se font régulièrement aux différentes stations de la fabrique, on serait frappé par des variations très considérables des quotients de pureté, même si ces substances se trouvaient en très petite quantité dans les betteraves, en comptant la moyenne d'une semaine.

Or des différences aussi considérables que celles que nous venons de supposer, n'ont encore été signalées nulle part, et, par suite, il faudrait bien plutôt admettre la possibilité d'une erreur, soit dans les analyses, soit dans le calcul du rendement.

Mais tout en laissant de côté les exagérations, il serait cependant fort utile d'avoir une méthode qui permit de doser dans la betterave le sucre seul, à l'exclusion de toute autre substance polarisante. Il paraît démontré que l'alcool réalise au moins partiellement cette condition ; son emploi offre donc un certain intérêt. Nous avons donc cru utile d'indiquer une modification de notre méthode (*), qui permet d'opérer en solution alcoolique pour être complètement rassuré.

Voici les changements qu'il faudrait faire dans ce cas :

a) Diluer le jus extrait par la presse avec de l'alcool absolu jusqu'au double ou mieux au triple de son volume, avant de le polariser ;

b) Mettre le résidu à épuiser, en contact, non pas avec du sous-acétate de plomb et de l'eau, mais avec de l'alcool à 80° environ et à une température ne dépassant pas 75° centigrades.

Les autres manipulations restent les mêmes, sauf les précautions nécessaires pour l'emploi de l'alcool que nous supposons connues.

Le « coefficient d'extraction » n'a rien à faire avec la quantité du jus de la betterave, dont la détermination n'aura désormais qu'un intérêt théorique.

Nous avons vu que notre méthode donnait en même temps cette dernière valeur.

Celle employée par **Kohlrausch** (**) en diffère fort peu.

Voici en quoi elle consiste :

On fait macérer un poids donné de pulpes de betteraves râpées avec de l'eau distillée, et on décante cette eau sur un filtre taré. Cette opération est

(*) Voir p. 473 de cette Revue.

(**) O. 24, p. 557.

répétée environ cinq fois avec de l'eau froide et puis encore cinq fois avec de l'eau à 60° ou 65°. Ensuite on jette le marc aussi sur le filtre et on lave avec de l'alcool et de l'éther. Le marc est séché à 100° et pesé. Cette ancienne méthode est toujours la meilleure quand il s'agit de déterminer le marc et, par suite, la quantité de jus contenue dans la betterave.

Le Dr **A. von Wachtel** (*) détermine la quantité de marc dans la betterave, en épuisant 100 grammes de pulpes avec de l'eau dans un tube de lavage, semblable à celui proposé par le Dr Scheibler pour déterminer la valeur du sucre pour le raffinage. L'opération est accélérée par l'emploi d'un aspirateur. Le fond du tube est occupé en entier par un disque en feutre, qui est préférable au papier à filtrer. Wachtel conteste les résultats obtenus par la méthode d'extraction de *Scheibler*, d'après lequel la betterave contient en moyenne 92 % de jus, alors que l'auteur n'y a trouvé que 4 % de marc. (Nous ne reproduisons pas les détails de ce travail qui n'a aucune valeur, M. le Dr von Wachtel n'ayant ni fait des expériences sérieuses sur cette question, ni même, paraît-il, lu les travaux antérieurs publiés sur ce sujet. F. S.)

On entend souvent parler de betteraves ligneuses et on est tenté de croire que notamment les betteraves montées dans la première année contiennent beaucoup plus de tissu cellulaire. Le Dr **Stammer** (**) a examiné cette question, en analysant un grand nombre de betteraves montées, à l'aide de différentes méthodes. La pulpe était épuisée, soit avec de l'eau soit avec de l'alcool, puis on déterminait les coefficients d'extraction et la quantité de marc dans la betterave.

Voici les chiffres obtenus pour cette dernière valeur :

$$3,99 - 4,4 - 3,6 - 3,99 - 4,29 - 5,2 - 3,7 - 4,8 - 5,18$$

Il en résulte que les quantités de marc n'étaient nullement excessives. Si l'on ajouta le coefficient d'extraction obtenu par l'extraction aqueuse et la quantité de marc, on obtient des sommes qui varient de 99,9 à 100,99. Mais quand on voulut calculer le coefficient d'extraction, en comparant l'extraction alcoolique de la betterave avec la polarisation du jus en solution aqueuse, on arrivait à des résultats trop peu élevés ; cela prouve simplement que l'extraction alcoolique était incomplète. Les betteraves montées contenaient à peu près autant de sucre que les betteraves normales qui se trouvaient dans leur voisinage ; ceci est, du reste, un fait connu depuis longtemps (***). Il faut cependant remarquer que l'extraction du jus des betteraves montées offrait quelques difficultés qui probablement se présentent aussi dans la fabrication.

Le Dr **Stammer** (†) a fait aussi des essais analogues sur des betteraves fanées qui avaient séjourné longtemps à l'air chaud. Il en conclut que la relation entre les résultats de l'extraction alcoolique et ceux de l'extraction aqueuse était restée la même pendant ce temps. Il est vrai de dire que les

(*) O. 21, p. 407.

(**) Z. 33, p. 44.

(***) *Polytechn. Journal* 155, p. 379.

(†) Z. 33, p. 47 et 48.

résultats de l'extraction aqueuse étaient toujours plus élevés que ceux de l'extraction alcoolique.

Le D^r Stammer a réussi à trouver la cause de cette dernière observation. Elle réside simplement dans la circonstance que l'épuisement par l'alcool (même pendant deux heures) n'est pas complet. Quand on sèche et pulvérise le marc résultant de cette opération et qu'on le soumet à une nouvelle extraction par l'alcool (pendant 1/2 à 1 heure), la solution indique au polarimètre une déviation sensible à droite. L'extraction des pulpes pour ces derniers essais avait duré deux heures, ce qui d'ordinaire est considéré comme suffisant en pratique.

Nous avons fait remarquer précédemment que si Scheibler avait trouvé un peu plus de tissu cellulaire dans la betterave que nous, cela tenait probablement à ce que l'albumine contenue dans le jus s'était partiellement coagulée. Notre opinion a été confirmée plus tard par les essais de **F. Dupont** et **Delavierre** (*) qui ont démontré qu'en chauffant des jus de betterave, leur densité qui était de 1,05 à 1,06 environ diminuait après la filtration de 0,0020 à 0,0025 environ, ce qui provenait évidemment d'une coagulation de matières albumineuses.

E. — LE DOSAGE DIRECT DU SUCRE DANS LA BETTERAVE.

Pour éviter l'erreur provenant d'un coefficient constant pour l'analyse du jus, plusieurs chimistes ont proposé de doser le sucre directement dans la betterave.

Nous avons déjà parlé de la méthode de **Scheibler**, qui fut la première solution pratique de ce problème.

Beaucoup d'autres méthodes ont été proposées dans ces derniers temps, parmi lesquelles nous citerons spécialement celles de Sostmann, de Degener, de Stammer, de Pellet, etc.

Voici le procédé proposé par **E. Sostmann** (**) (*Minsleben*) :

On introduit dans un matras de 250 cc. 100 grammes de pulpes ou de cossettes de betteraves divisées, puis on ajoute de l'alcool à 80° presque jusqu'à la marque et on laisse digérer pendant une heure sur un bain-marie. On refroidit et on ajoute encore un peu d'alcool jusqu'à la marque de 250 cc. Après avoir bien agité, on polarise 100 grammes de la liqueur décantée, comme d'ordinaire, en ajoutant 10 % de sous-acétate de plomb, etc. Le résultat obtenu est multiplié par 2,5, et puis encore par 0,964 pour tenir compte, d'après la proposition du D^r Degener, du volume que le marc occupe. — Cette méthode a donné des résultats identiques, soit qu'on opérât sur des cossettes entières ou sur des cossettes divisées, alors qu'on trouvait toujours moins de sucre dans le jus ordinaire des cossettes entières que dans celui des cossettes divisées.

(*) B. d. A. C. II^e année, n^o 2, p. 42.

(**) D. Z. I. VIII, n^o 4.

Le Dr **K. Stammer** (*) trouve que, pour obtenir des résultats exacts, il est absolument nécessaire d'employer pour l'analyse tout le jus contenu dans la betterave et non pas seulement la partie que l'on obtient par pression de la pulpe. En effet, il résulte des recherches de **F. Sachs** (**) que le jus extrait par pression a une autre composition que celui qui imbibe la pulpe pressée.

Nous avons déjà mentionné (page 458) la méthode de Scheibler basée sur le même principe, mais à laquelle Stammer reproche les défauts suivants :

- 1° La quantité de pulpe prise à l'analyse est trop petite ;
- 2° Il y a impossibilité de reconnaître la fin de l'opération ;
- 3° L'extraction est incomplète, etc.

Stammer a essayé d'analyser la betterave de la même façon que le sucre, en remplaçant seulement l'eau par l'alcool, qui a l'avantage d'éliminer plusieurs substances polarisantes. Cette idée, du reste, n'est pas nouvelle, elle a déjà été mise en exécution par Tollens et par Rapp.

Voici la méthode que Stammer conseille :

On introduit 100 grammes de pulpe de betteraves râpées dans un ballon de 386 centimètres cubes (***) (pour l'appareil Venzke). On remplit avec de l'alcool à 92 degrés presque jusqu'à la marque et on chauffe pour chasser les bulles d'air. On remplit ensuite jusqu'au delà de la marque et on laisse bouillir tranquillement. Pour les betteraves râpées et pour les cossettes préparées au laminoir, il suffit de chauffer pendant une demi-heure. (Pour les cossettes qui n'ont passé qu'au hache-viande, il est nécessaire de chauffer pendant une heure pour en extraire complètement le sucre.) Après avoir laissé refroidir le liquide, on remplit jusqu'à la marque avec de l'alcool et 1 ou 2 centimètres cubes de sous-acétate de plomb.

Stammer conseille de ne pas ajouter le sous-acétate de plomb avant de faire bouillir, mais toujours à la solution refroidie. Si la pulpe montre une réaction acide, on ajoute de l'eau de chaux jusqu'à neutralité. La filtration doit se faire dans des vases où l'évaporation est empêchée autant que possible. Pour cela, le Dr Stammer conseille d'employer une éprouvette avec bouchon en verre et un entonnoir à couvercle en fer-blanc. La correction relative au volume du marc est comprise dans les 386 centimètres cubes ; elle est 0,6 centimètre cube pour le poids normal (26,048).

La lecture saccharimétrique doit se faire dans les tubes de 400 millimètres. L'observation des liquides alcooliques au saccharimètre n'est pas sans difficulté. L'inégalité de température dans les différentes parties du tube et la moindre trace de matières en suspension empêchent une lecture sûre. Stammer conseille de laisser reposer le tube rempli pendant 5 à 10 minutes sur la table avant d'observer. Cette précaution permet seule une lecture exacte au saccharimètre. Le chiffre trouvé est divisé par deux.

L'exactitude de l'analyse dépend beaucoup de la nature des pulpes employées et de la température à laquelle on opère. La macération froide ne suffit pas même pour les pulpes laminées. Plus la pulpe sera finement divisée, moins

(*) Z. 33, p. 206.

(**) Voir p. 460 de cette Revue.

(***) 621 centimètres cubes pour l'appareil Laurent ou 615 centimètres cubes pour l'appareil Soleil, F. S.

il faudra chauffer pour en extraire le sucre au moyen de l'alcool. Si on parvenait donc à déchirer toutes les cellules, le chauffage avec l'alcool deviendrait inutile.

C'est dans ce but que le docteur Stammer a construit un moulin, au moyen duquel on parvient, en effet, à diviser la pulpe de la betterave en un onguent parfaitement impalpable.

Nous reproduisons (fig. 279) le dessin de cet appareil construit par **P. Suckow** (*Breslau*).

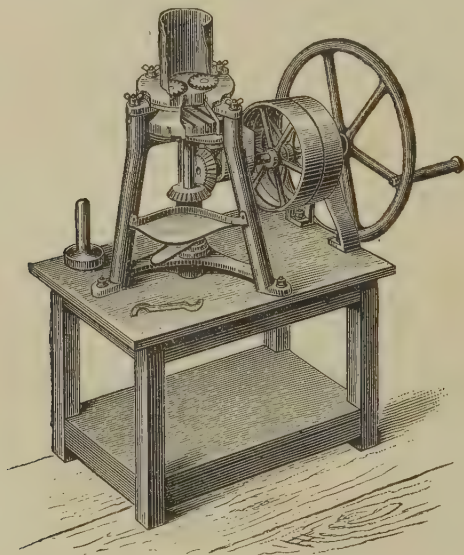


Fig. 279.

On opère avec la crème obtenue de la même façon qu'avec la râpüre de betteraves.

On pèse 100 grammes sur une capsule en maillechort et on chasse la pulpe pesée par un entonnoir du même métal au moyen d'un filet d'alcool de 92 % dans le ballon de 386 centimètres cubes (*). La crème se délaye facilement dans l'alcool, sans qu'on ait besoin de chauffer. On ajoute 8 centimètres cubes de sous-acétate de plomb. On laisse agir l'alcool pendant une demi-heure en agitant souvent avant de filtrer.

On peut aussi remplir jusqu'à la marque avant d'ajouter le sous-acétate de plomb, filtrer à travers un tamis et ajouter à 100 centimètres cubes du liquide filtré 1 ccm. d'alcool qui contient 6 à 10 gouttes de sous-acétate de plomb. Dans ce cas, il faut augmenter la lecture au polarimètre de 1 %.

La correction relative au marc est la même que nous avons indiquée antérieurement pour les betteraves râpées. On aura soin d'observer aussi les précautions indiquées pour la polarisation.

Au moyen de cette méthode, on arrive donc facilement à déterminer direc-

(*) Pour l'appareil Laurent, il faut un ballon de 621 centimètres cubes; pour celui de Soleil, un de 615 centimètres cubes. F. S.

tement la quantité de sucre dans la betterave. Mais cette méthode ne permet pas de déterminer le quotient de pureté du jus que l'on a polarisé. Pour obvier à cet inconvénient, Stammer a eu l'idée de peser le jus alcoolique au moyen de l'alcoolomètre. Dans ce cas, le jus ne doit contenir ni chaux, ni sous-acétate de plomb. (Stammer admet que la quantité de matières éliminée par l'alcool est minime et sans aucune influence sur l'alcoolomètre, d'autant plus que la quantité apparente de matières solides indiquée par le pesage des jus aux aréomètres est toujours plus grande que la quantité réelle des matières sèches.) En pesant donc un jus (obtenu par la macération de la crème avec l'alcool) au moyen de l'alcoolomètre, on trouvera une diminution dans la lecture sur celle observée avec l'alcool pur de 92 $\%$. Cette diminution se trouvera dans une certaine relation à la densité du jus extrait par l'alcool.

Pour éviter tout calcul, Stammer a fait construire des alcoo-saccharomètres, instruments qui indiquent directement la quantité des matières solides contenues dans l'alcool de 92 $\%$ employé pour l'analyse.

Le **D^r Stammer** a ajouté plus tard (*) quelques observations générales. Il insiste principalement sur deux points :

1^o Qu'il n'est pas possible de déterminer exactement la richesse saccharine d'une betterave en extrayant seulement une petite partie de son jus ;

2^o Qu'on ne peut établir aucune relation entre le jus ordinaire et celui obtenu à l'aide de l'alcool.

Le moulin construit par Suckow et C^{ie} (Breslau) offrait au début quelques inconvénients, mais à force de patientes recherches, on a réussi à les écarter, et cet appareil est devenu à présent très pratique.

Stammer a fait l'année dernière une observation curieuse sur certains jus de betteraves. Ces jus, après avoir été complètement clarifiés par le sous-acétate de plomb, n'ont pas permis une lecture exacte au polarimètre. On ne pouvait décider s'ils polarisaient, par exemple, 48 ou 52 degrés, malgré que les jus étaient parfaitement limpides. Il attribue ce phénomène à la présence de matières inconnues ayant une influence particulière sur la polarisation. Les jus traités au moyen de l'alcool n'ont jamais montré cette « polarisation inerte ».

Le **D^r E. Weickert** (*) a étudié, sur l'initiative de Stammer, l'emploi des alcoo-saccharomètres qui sont exigés par la nouvelle méthode inventée par ce dernier pour déterminer la pureté apparente.

Plusieurs chimistes se sont élevés contre l'emploi de ces aréomètres, parce que l'alcool aurait pour effet de précipiter certaines substances contenues dans le jus de betteraves, et d'altérer, par suite, les indications de cet instrument. Weickert croit que ces reproches ne sont pas fondés, parce que l'alcool ne précipite guère que l'albumine qui se trouve en quantité minime dans le jus de betteraves. (Nous ne croyons pas que l'albumine se trouve en petite quantité dans ce jus. Ainsi **H. Pellet** (**) y a trouvé 0,543 $\%$ de matières organiques azotées coagulables. F. S.)

(*) Z. 34, p. 72.

(**) Z. 33, p. 742.

(***) Voir sa brochure : *Études nouvelles sur les jus et les pulpes de diffusion*.

Pour faire des déterminations aréométriques dans un jus alcoolique, il faut se servir d'un aréomètre Tralles très sensible, parce que 0,2 à 0,3 degré correspondent ici déjà à 1° Balling. De plus, il faut un thermomètre très sensible, divisé en dixièmes de degré, car la plus légère erreur dans la détermination de la température entraîne des erreurs notables dans le résultat final. Ainsi, quand l'aréomètre indique, par exemple, 67,35° et que la température est de 15,4° cent., cela correspond à 19,15 degrés Balling; si l'on avait lu une température moindre de 0,5° seulement, cette indication correspondrait à 18,55° Balling, et si l'on négligeait tout à fait la température, on arriverait à 14,7° Balling seulement.

Si l'on veut arriver à une très grande exactitude, il serait donc mieux de déterminer les substances sèches par dessiccation, d'après les indications du Dr Stammer. On trouverait alors la pureté réelle.

Nous extrayons ici quelques chiffres de la table donnée par l'auteur pour transformer les indications de l'alcoo-saccharomètre (Tralles) en degrés Balling.

Balling.	Tralles.
11,0	68,27
12,0	68,02
13,0	67,77
14,0	67,52
15,0	67,27
16,0	67,01
17,0	66,75

Weickert discute, en outre, la question de savoir quel est le volume occupé par le marc des betteraves.

D'après **Fr. Sachs**, le poids du marc varie de 3,21 à 4,46 % du poids des betteraves; d'après **Bodenbender**, de 4,5 à 5,7 %; d'après **Tollens**, de 4,23 à 5,12 %, et d'après **H. Pellet**, de 3,95 à 6,6 %. En admettant 4 %, on s'approche le plus de la vérité. Le poids spécifique du marc est (d'après Tollens) de 1,5 à 1,7.

Le Dr **Kohlrausch** (*) croit qu'il est possible d'obtenir de bons résultats par la nouvelle méthode de Stammer. Malheureusement, elle exige trop de soins et de frais, pour pouvoir être appliquée régulièrement dans la pratique. De plus, les jus obtenus ne sont nullement identiques avec ceux traités sans alcool; l'emploi de l'alcoo-saccharomètre, bien difficile d'ailleurs, n'a donc guère d'utilité. Quant à l'affirmation du Dr **Lippmann** que la méthode de Stammer donnera des indications nouvelles sur la quantité de jus contenu dans la betterave, il n'y comprend rien.

Le Dr **Degener** (*) (*Berlin*) a proposé la méthode suivante pour l'analyse des betteraves :

On introduit une quantité de pulpe de betteraves râpées, égale à deux fois

(*) O. 24, p. 557.

(**) Z. 33, p. 276.

le poids normal dans un ballon de 200 centimètres cubes. (On emploie pour cette opération de préférence une capsule et un entonnoir en maillechort.) On remplit ce ballon d'alcool jusqu'à $\frac{3}{4}$ de son volume et on le place pendant 15 à 20 minutes dans un bain-marie qui se trouve chauffé un peu en dessous du point d'ébullition. On ajoute ensuite de l'alcool froid jusqu'à la marque et on le replace encore pendant un certain temps dans le bain-marie. Après le refroidissement, on remplit le ballon exactement jusqu'à la marque et on filtre. On prend 100 centimètres cubes de la liqueur filtrée et on ajoute quelques gouttes de sous-acétate de plomb, puis on remplit jusqu'à 110 centimètres cubes, on filtre et on polarise. Le chiffre obtenu est multiplié par 0,994 (chiffre trouvé par Degener) pour tenir compte du volume du marc dans le ballon.

II. Hellriegel (Bernburg) a modifié légèrement ce procédé en ce sens qu'il fait agiter fréquemment le liquide avant le refroidissement, pendant qu'il est encore chaud ; le mélange se fait alors mieux. Malgré cette modification, le procédé de Degener ne donne pas des résultats satisfaisants, les causes d'erreur sont trop grandes.

Nous avons essayé aussi(*) une méthode pour déterminer le sucre directement dans les betteraves râpées, en macérant celles-ci avec de l'eau à laquelle on a ajouté du sous-acétate de plomb ordinaire. Nous avons pris pour ces essais 80 à 100 grammes de pulpes qui ont été introduites dans un ballon de 500 centimètres cubes. Nous préférons cependant le procédé décrit page 463 de cette Revue, qui est plus exact et qui permet de conserver l'ancienne méthode d'analyse. Si l'on opère sur les betteraves râpées, l'erreur devient trois fois plus grande qu'en opérant sur le résidu. De plus, il se forme souvent une écume gênante qu'il est difficile d'éloigner, alors que la légère trace d'écumes qui se forme parfois dans la macération des résidus est enlevée facilement par quelques gouttes d'éther. Enfin ce procédé a le défaut de toutes les méthodes directes, savoir de ne pas permettre la détermination de la pureté des betteraves et, d'un autre côté, il n'aurait de valeur que si l'on pouvait l'appliquer à l'exclusion de tout autre ; ce qui n'est pas le cas pour nos méthodes indirectes.

Une méthode analogue a été proposée dernièrement par **II. Pellet** (**) pour doser le sucre directement dans la betterave. Pellet se sert à cet effet d'un ballon spécial dont le col étranglé est surmonté d'une partie cylindrique. C'est sur cette dernière partie que se trouve une marque correspondant à un volume de 100 centimètres cubes. Dans la partie étranglée du ballon se place un petit bouton de porcelaine, percé de trous.

Ceci dit, voici en quoi consiste cette méthode :

On introduit dans le ballon jusqu'à la partie étranglée de l'eau à laquelle on a ajouté 2 à 4 centimètres cubes de sous-acétate de plomb ordinaire. Puis on place le bouton en porcelaine et on verse au-dessus le poids normal (16 gr. 19(***) pour l'appareil Laurent) de betteraves râpées ou en morceaux ; puis on complète avec de l'eau le volume de 100 centimètres cubes. Le ballon reçoit une

(*) B. d. A. C. II, p. 130.

(**) B. d. A. C. II, p. 259.

(***) Pour le saccharimètre à division Vivien, on prend 10 grammes, et pour le polarimètre allemand, seulement 13^{gr}024, la moitié du poids normal.

rondelle de plomb et l'ensemble est mis dans un bain-marie bouillant ou dans lequel on a mis un peu de sel, si l'on veut atteindre 100 degrés, sans avoir une vive ébullition.

Il s'opère une diffusion de la betterave qui est complète après une heure (2 heures pour des betteraves très riches), on retire le ballon et on le laisse refroidir, on complète le volume de 100 centimètres cubes et on agite à plusieurs reprises. Puis on filtre et on polarise avec le tube de 0^m40. Le liquide est absolument limpide et décoloré.

Le volume occupé par le marc de la betterave est, d'après les essais de Vivien (*), de 0,081 centimètre cube par 10 grammes ou de 0,13 centimètre cube par 16 gr. 19 : il est donc négligeable (?).

(Nous faisons pour le procédé de H. Pellet, les mêmes réserves que nous avons faites précédemment pour le nôtre. (F. S.)

Le D^r **P. Degener** (*) a trouvé de grandes différences entre les résultats de la polarisation alcoolique et celle du jus aqueux. Il pense que la température a une influence notable sur le jus de betterave et que, dans beaucoup de betteraves, il existe du non-sucre qui n'est précipitable à froid, ni par l'alcool ni par l'acétate de plomb. Ces substances seraient analogues aux matières albuminoïdes.

Les différences occasionnées par la présence de ces corps sont très variables. Elles se sont élevées, dans les essais de M. Degener, jusqu'à 3 ‰ de sucre de la teneur saccharine de la betterave. En opérant avec de l'alcool chaud, les résultats s'écartent beaucoup moins de la richesse exacte déterminée soit par digestion, soit par extraction.

Ces observations de M. Degener s'appliquent évidemment à la méthode de Stammer, basée sur l'emploi de l'alcool froid. M. Stammer croit que l'alcool froid suffit pour éliminer les substances qui agissent sur la lumière polarisée. M. Degener pense, au contraire, que l'alcool froid est insuffisant, qu'il faut opérer à chaud.

M. Degener a étudié les phénomènes qui se produisent lorsque l'on extrait le jus de betterave par pression. Suivant lui, le jus ainsi extrait n'est plus le même que celui qui se trouvait dans la plante ; il ne peut plus donner une image fidèle de la composition vraie du jus de la betterave. Quand on divise ou râpe les betteraves par un moyen quelconque (sauf peut-être avec le moulin employé par M. Stammer dans sa méthode), on obtient à la fois des cellules déchirées et des cellules intactes. Si l'on presse cette râpüre, le jus s'écoule d'abord des cellules déchirées.

Quant aux cellules non brisées, on sait, d'après les expériences de M. De Vries, que la molécule de sucre est trop grosse pour traverser la couche de protoplasme de leurs parois. La pression n'y remédie nullement. M. Degener considère la paroi des cellules comme une sorte de tamis dont les ouvertures, au lieu de s'élargir, se rétrécissent sous la pression. Aussi admet-il que, le sucre restant dans les cellules non brisées, le jus de celles-ci doit être plus riche que celui obtenu par la pression de la râpüre.

(*) Voir p. 472 de cette Revue.

(**) Z. 33, p. 140 et 555 par J. d. F. S. 24, n° 37.

Partant de là, M. Degener est arrivé à cette conclusion qu'il faut extraire le jus non par pression, mais par la force centrifuge, par essorage. Les résultats de ses expériences lui ont prouvé que le jus extrait de cette façon, quel que soit le mode de division de la betterave, triturée au hache-viande, râpée à la main, ou réduite en bouillie aussi fine que possible, le jus obtenu par turbinage a toujours une composition à peu près égale. M. Degener pense que la teneur de marc de betteraves varie dans des limites très étroites ; il en serait de même de la teneur de jus. Les teneurs de jus parfois si anormales que l'on a constatées jusqu'ici seraient dues non pas à la composition des betteraves, mais à la défectuosité des méthodes d'essai. Dans ce cas, si la teneur de jus était une constante, il est certain qu'on aurait intérêt, pour le contrôle du travail de fabrication, à revenir à la polarisation du jus.

En ce qui concerne la polarisation de l'extrait alcoolique obtenu par la méthode Scheibler, M. Degener a remarqué que la polarisation directe ne donne pas le même résultat que le dosage par l'inversion. Il faut donc admettre que l'alcool et l'acétate de plomb ne précipitent pas toutes les substances qui agissent sur la lumière polarisée. « Ceci est assez triste, » remarque M. Degener, « car autant que je connais la chimie des sucres, je ne vois pas comment nous arriverons jamais à séparer le sucre du non-sucre. » M. Degener se croit donc autorisé à dire que, pour le présent, la détermination exacte du sucre de la betterave n'est point encore une question résolue.

À l'égard de l'extraction du jus de râpure par turbinage, pour le dosage du sucre, M. Degener a donné quelques détails. La râpure ne doit pas être humectée avec de l'eau ; il faut simplement exprimer, égoutter le jus des cellules déchirées, sans toucher à celui des cellules intactes. La turbine d'essai doit faire de 400 à 500 tours à la minute. Si l'on augmentait la vitesse, on exercerait une véritable pression, ce qui serait contraire au principe de la méthode. Le rendement en jus, par le turbinage, est de 50 à 60 % du poids de la râpure. Cela suffit pour tous les essais de jus.

Si mes essais, dit M. Degener, confirment que le jus des cossettes hachées a une composition identique à celui des betteraves finement râpées, la méthode que je propose sera suffisamment simple pour mériter qu'on la préfère aux manipulations ennuyeuses de la presse hydraulique.

M. Reimann, directeur de la sucrerie d'Amsée, s'est servi de la méthode de détermination du sucre par la polarisation alcoolique ; il n'a pas été satisfait des résultats. Il a trouvé autant de sucre en septembre qu'à fin janvier. Il attribue ce fait à la présence d'un sucre incristallisable, sucre mucilagineux qui agit sur la polarisation.

D'après les explications fournies par M. Degener, ce sucre existe dans les feuilles de betterave ; il dévie à droite la lumière polarisée, c'est de la maltose ; c'est la limite de passage entre l'amidon des feuilles et le sucre de canne, qui est emmagasiné dans la racine comme réserve de matière nutritive.

Mais il y a encore un autre sucre mucilagineux qui prend naissance par la décomposition du sucre de canne dans la betterave. Cette décomposition peut être normale ou anormale. Elle est normale dans les betteraves qui entrent dans leur deuxième année de végétation. Le sucre de canne s'y transforme de façon à pouvoir traverser les membranes des cellules vivantes. Les essais de

De Vries ont montré que le sucre de canne ne peut pas sortir tel quel des cellules. Certains ferments non organisés le transforment en sucre inverti, et c'est alors qu'il peut traverser les membranes. Ce mélange polarise à gauche et il ne peut polariser à droite, comme on le voit dans les périodes ultérieures de la végétation de beaucoup de plantes, que si le végétal, en formant de nouveaux organes, consomme plus de sucre de fruit déviant à gauche que de sucre de raisin déviant à droite. Dans beaucoup de substances, nous trouvons simultanément du sucre de canne et du sucre inverti, et aussi du sucre de raisin en même temps que du sucre de fruit ; mais nous ne trouvons pas toujours ces derniers dans le rapport de 1 à 1 ; ce rapport est souvent détruit.

Nous avons alors cette sorte de sucre mucilagineux que l'on trouve dans les betteraves altérées en silos. Le sucre de canne se transforme en sucre inverti non seulement par l'action des ferments spéciaux que renferment les plantes — ferments se rapprochant des matières albuminoïdes et dont le type principal est la diastase, — mais aussi par l'influence des acides. Dans les betteraves altérées, contenant du sucre mucilagineux, nous constatons en général une réaction acide. C'est bien à du sucre inverti déviant à gauche que nous avons affaire dans ce cas.

Le **Dr Becker** (*) a trouvé que l'appareil d'extraction de Soxhlet-Sickel, dans sa construction actuelle, offre quelques inconvénients.

Immédiatement après chaque décantation, une vive ébullition a lieu dans le ballon et les écumes formées peuvent passer dans la boule et même de là dans le cylindre principal, ce qui ralentit la marche de l'opération. De plus, le siphon ne se vide pas toujours complètement, il y reste de l'alcool alternant avec des bulles d'air, et le siphon entre alors en action avant que la pulpe soit complètement couverte d'alcool. Pour éviter ces inconvénients, Becker a transformé la boule en un cylindre d'une longueur égale au double du diamètre, et a donné au tube qui descend dans le ballon un diamètre de 12 millimètres tout au plus. Le petit tube qui fait siphon reçoit, au contraire, un diamètre un peu plus grand ; 4 millimètres suffisent.

A. Gawalowski (**) (*Brünn*) a apporté quelques modifications à l'appareil d'extraction de *P. Wagner*, qui peut être employé pour l'analyse des betteraves, du tannin, des matières alimentaires, des résidus, d'huile, etc.

Nous en donnons le dessin ci-contre (fig. 280) ; sur le siphon *b* on a disposé un robinet *b*₁ (soit un robinet de Geissler en verre, soit une simple pince). Cela permet de fermer de temps en temps le tuyau *b* et d'enlever la lampe qui se trouve placée en dessous du ballon *A*. Le liquide est alors aspiré du tube *B* dans le ballon *A*, ce qui accélère l'épuisement. La boule *a* a pour but de tenir la partie inférieure du tube *B* constamment chaude, par l'effet des vapeurs qui s'y élèvent de *A* ; ce point est important surtout quand il s'agit de l'analyse des graisses. Le réfrigérant qui se trouve placé généralement au-dessus du tuyau *B* est remplacé par un simple tuyau de *Welter C*, qui empêche les

(*) D. Z. I. VIII, nos 18 et 38.

(**) O. XXI, p. 943.

pertes de vapeur et l'entrée de l'air. On peut y verser en même temps le liquide qui sert à l'extraction.

Une autre disposition (fig. 281) sert pour le cas où le liquide extrait passe trouble malgré l'emploi de la meilleure matière filtrante (coton). On combina alors l'appareil décrit précédemment avec un entonnoir *Drechsel* *D*. Les vapeurs d'éther (ou d'alcool) passent du ballon *K* par un petit tuyau *e* qui n'est pas directement lié avec *K*, et qui par suite ne peut se briser facilement. L'appareil est fourni par Fr. Fischer et Römer, à Stützerbach.

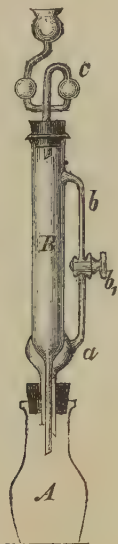


Fig. 280.



Fig. 281.

G. VALEUR DES BETTERAVES. ACHAT A L'ANALYSE.

Il est d'un intérêt capital (*) pour la pratique de pouvoir déduire des indications de l'analyse chimique le *rendement réel* en sucre que la betterave analysée aurait pu donner dans le cours de la fabrication. On ne peut comprendre la crainte que la plupart des auteurs montrent en abordant ce point, peut-être délicat, mais qu'il n'est pas permis de négliger, quand on veut tirer une conclusion pratique.

D'après le D^r Stammer, on se ferait une idée suffisamment exacte sur la valeur de la betterave en multipliant la quantité de sucre contenue dans 100 parties de betteraves (ou de jus de betteraves) par le quotient de pureté du jus. Pour ne pas nous embrouiller, nous appellerons le chiffre trouvé de cette façon la *valeur théorique* de la betterave. Mais ce chiffre ne suffit pas pour calculer le rendement réel de la betterave qui dépend, en dehors de la qualité de cette dernière, de l'outillage et de la conduite du travail dans l'usine et sera d'autant plus élevé que la fabrique est plus perfectionnée sous ces rapports. Il faudrait donc avant tout comparer pendant une ou plusieurs

(*) F. Sachs. Études sur l'analyse de la betterave.

années le rendement pratique de la fabrique à la valeur théorique moyenne, calculée de toutes les analyses faites pendant ce temps.

Soit r = le rapport trouvé par ce moyen, et mettons de plus

P = la quantité de sucre contenu dans 100 parties du jus de la betterave à analyser.

Q = son quotient de pureté.

c = le coefficient d'extraction (voir p. 460).

On en tirera la *valeur pratique* (V) de la betterave :

$$V = cr \times \frac{PQ}{100} \quad (1).$$

Cette formule est cependant entièrement empirique et ne mérite pas une confiance absolue puisqu'elle n'est pas basée sur l'observation de la pratique. Je lui préfère donc plutôt la formule que je vais développer :

Mettons P = le sucre contenu dans 100 parties de jus de betteraves.

N = le non-sucre contenu dans 100 — — —

c = le coefficient d'extraction (voir p. 460).

a = le sucre compté sur 100 de betteraves qui est perdu dans la fabrique depuis la pesée des betteraves jusqu'à la formation de la masse cuite.

b = le rapport moyen entre le sucre perdu dans la mélasse sortante (ou dans les eaux d'osmose, d'élution, etc.), et le non-sucre contenu dans le jus des betteraves, toujours pris en moyenne.

Nous en déduirons alors la *valeur pratique* d'une betterave à analyser quelconque :

$$V = cP - a - bcN \quad (2).$$

Le calcul des chiffres constants a et b n'offre pas beaucoup de difficultés quand on a à sa disposition les chiffres moyens des analyses et de la fabrication pendant une ou plusieurs années.

$(cP - a)$ est la quantité de sucre contenu dans la masse cuite (p. c. des betteraves) ; si on la déduit du sucre contenu dans 100 de betteraves (cP), on trouvera le chiffre constant de a .

De même, en déduisant du sucre qui se trouvait dans la masse cuite ($cP - a$), le sucre qui a été obtenu réellement au magasin à sucre, on trouvera la perte de sucre bcN dans la mélasse, les eaux d'osmose ou d'élution, etc. ; d'où on déduira facilement b .

Je pense que cette deuxième formule correspond beaucoup mieux aux observations de la pratique que la première.

En effet, dans la plupart des fabriques, on tâche de régler l'extraction du jus, soit des presses, soit de la diffusion, de façon à avoir une perte constante de sucre dans les pulpes épuisées, par exemple 0,5 % dans les cossettes de diffusion.

De même, on emploie le plus souvent une quantité uniforme de chaux et de noir à la carbonatation et à la filtration, de sorte que les pertes de sucre à ces deux stations seront aussi à peu près constantes ; enfin, les pertes à l'évapo-

ration dépendent exclusivement de l'installation de l'usine et de la conduite du travail et nullement de la qualité des betteraves. On peut donc admettre pour toutes les pertes en sucre qu'on subit dans la fabrique jusqu'à la formation de la masse cuite, un chiffre déterminé moyen qui variera seulement pour des raisons exceptionnelles ou par une transformation de l'usine. Mais, dans ce dernier cas même, le chimiste expérimenté pourra évaluer à peu près l'influence des changements faits dans l'usine et modifiera en conséquence le chiffre constant a .

La perte en sucre, au contraire, qui est due à la formation de la mélasse (ou des eaux d'osmose, d'élution, etc.), dépend avant tout de la quantité de non-sucre contenu dans la betterave (ou dans la masse cuite, si l'on veut être encore plus exact).

Somme toute, l'application de la seconde formule n'est nullement plus difficile que celle de la première et répond certainement mieux aux observations pratiques.

Pour mieux fixer les idées, prenons un exemple :

Une fabrique a travaillé pendant une campagne 10,000,000 de kilogrammes et obtenu 1,250,000 kilogrammes de masse cuite, soit 12 1/2 % de la betterave et 1,000,000 de kilogrammes de sucre polarisant 95 %, soit 9,5 % en sucre blanc.

Les cossettes de diffusion étaient hachées et l'analyse moyenne du jus donnait :

Ball. 15,0. Sucre 12,0. Non-sucre 3,0. Quotient de pureté 80 ;

Le coefficient d'extraction était 0,98 ;

La masse cuite contenait en moyenne 84 % de sucre.

De ces données on déduira :

La perte moyenne en sucre dans la fabrique jusqu'à la formation de la masse cuite :

$$a = 0,98 \times 12 - 12,5 \times \frac{84}{100} = 11,76 - 10,5 = 1,26.$$

$$b = \frac{10,5 - 9,5}{3,0 \times 0,98} = 0,34.$$

Et la valeur pratique de chaque betterave analysée se calculera alors dans cette fabrique par la formule :

$$V = 0,98 P - 1,26 - 0,34 \times 0,98 \times N.$$

Il faudra modifier le coefficient d'extraction dans cette formule quand on extraira le jus de la betterave par un autre procédé, par exemple en râpant la betterave (voir p. 461).

Si l'on veut connaître la valeur pratique de la betterave en sucre brut, on n'aura qu'à diviser V par 0,95, puisque nous avons admis que le sucre avait une polarisation de 95 %. De même on pourrait introduire au besoin dans cette formule le titrage moyen du sucre obtenu.

La méthode que nous venons de décrire peut donner des résultats exacts quand il s'agit de déterminer la valeur d'une betterave pour une fabrique donnée.

Elle suffira donc pour le fabricant. Mais quand il s'agit d'acheter des

betteraves à l'analyse, comme cela se pratique déjà par plusieurs fabriques belges et allemandes, il est peut-être préférable d'adopter une méthode générale indépendante de circonstances locales, pour déterminer la valeur des betteraves.

La Société des fabricants de sucre de la Bohême (*) a même offert deux primes de 600 et de 100 florins pour ceux qui trouveront un moyen pratique de faire cette détermination. Il ne paraît pas cependant que ce concours ait donné des résultats satisfaisants.

En Allemagne, on s'est occupé également de cette question.

Korkhaus (**) croit que l'avenir de l'industrie sucrière dépend de l'adoption de l'achat à l'analyse. Il s'agit seulement de faire l'opération d'une manière pratique, par exemple comme suit :

On prélève sur chaque wagon un échantillon d'environ 50 kilogrammes. On découpe de chacune des betteraves choisies un segment, au moyen de la râpe Lemont, et on obtient alors au bout de dix minutes un bon échantillon moyen. On exprime le jus sous une pression de 300 atmosphères, et on polarise suivant la méthode à l'alcool. On pourrait aussi se servir du moulin à cossettes du Dr Stammer qui donne des résultats encore plus exacts.

M. Schmidt (*Erdeborn*) croit inutile d'arriver à des résultats absolument exacts, il suffit que les chiffres obtenus représentent à peu près la valeur de la betterave.

Voici, d'après **G. Humbert** (*), les conditions d'achat adoptées à la fabrique d'*Erdeborn* :

Une betterave contenant 11 % de sucre y est considérée comme normale et se paie 21 francs les 1,000 kilogrammes. Pour chaque p. c. de sucre qu'elle contient en moins, on déduit fr. 1-25 ; pour chaque p. c. en plus, on ajoute fr. 1-25. Quand le cultivateur a une récolte qui dépasse 24,000 kilogrammes par hectare, on paye l'excédent encore de fr. 1-25 plus cher que les autres betteraves. Ces règles s'appliquent pour les betteraves livrées avant le 15 novembre ; pour celles livrées du 15 novembre au 1^{er} janvier, le prix est augmenté encore de fr. 1-25, et pour celles livrées après le 1^{er} janvier de fr. 2-50.

Le **Dr Bodenbender** (*) est partisan de l'achat à l'analyse. Mais il croit qu'il faudrait l'appliquer avec modération. Ainsi il ne faudrait pas être trop sévère pour un cultivateur qui a reçu de la fabrique même les graines et les engrais, mais qui a été empêché, par des circonstances locales et indépendantes de sa volonté, de produire des betteraves riches. De plus, il faudrait un accord entre tous les chimistes, pour adopter une même méthode d'analyse.

Le **Dr von Lippmann** (*Duisburg*) avait essayé dans une fabrique autrichienne l'achat à l'analyse. Il a échoué pour les raisons suivantes. L'établissement des stations pour la prise des échantillons était trop compliqué. De plus, les culti-

(*) B. Z. VIII, p. 403.

(**) Z. 33, p. 596.

(***) N. Z. X, p. 250.

(†) Z. 33, p. 598.

vateurs s'acharnaient à fournir toutes leurs betteraves à l'époque où l'on supposait que leur richesse serait la plus élevée ; au commencement de la campagne, personne ne voulait fournir. Enfin les betteraves qui avaient été ensilées, perdaient beaucoup de leur valeur et ne rapportaient plus au travail ce qu'elles avaient été payées à la réception.

Remarquons, en terminant, qu'en Belgique, malgré toutes les difficultés, beaucoup de fabricants ont adopté définitivement l'achat des betteraves à l'analyse. (*Voir* quatrième partie : Belgique.)

H. ANALYSE DES BETTERAVES PORTE-GRAINES.

Pour arriver à la production de betteraves riches, il est indispensable de faire une sélection des betteraves porte-graines, non seulement d'après leurs caractères extérieurs, mais encore d'après leur richesse saccharine. A cet effet, on employait à l'origine un procédé fort primitif. On découpait dans la betterave un petit fragment de chair que l'on présentait ensuite à des bains d'eau sucrée ou salée, de densité croissante, jusqu'à ce qu'il surnageât au-dessus de l'un de ces bains. Ce procédé fut remplacé plus tard par un autre qui consiste à mesurer la densité du jus provenant d'un morceau cylindrique enlevé par une sonde du corps de la betterave.

Mais bientôt on reconnut que ce procédé était également insuffisant et qu'il fallait recourir absolument à l'analyse chimique. C'est ce que font aujourd'hui la plupart des producteurs de graines ; les uns en employant la liqueur cuivrique, les autres au moyen de la polarisation.

C'est **Olivier-Lecq** (*) (*Templeuve, Nord*) qui a proposé un procédé d'analyse pratique basé sur l'emploi de la liqueur cuivrique.

La sonde, dont on faisait usage jusque-là, se composait d'une sorte de gouge demi-cylindrique que l'on introduit dans le corps de la betterave, pour en détacher, par un mouvement de rotation, un fragment cylindrique. Olivier Lecq a remplacé cet appareil par un cylindre vertical fonctionnant à l'aide d'un levier. A la partie inférieure sont disposés sur deux plans quatre couteaux ; à la partie supérieure est réservée une échancrure dans laquelle vient se loger le fragment de betterave divisé d'un seul coup en neuf morceaux et qu'aussitôt à l'aide d'un couteau à poignée, on enlève pour le porter à la balance.

L'inversion du sucre contenu dans la betterave a lieu comme d'habitude, et, en suivant la méthode de Violette, au moyen de l'acide sulfurique étendu ; dans de petits matras de 100 centimètres cubes, on jette les fragments de betteraves pesés, on les recouvre de la solution acide, et les matras, enfin, sont portés au bain de sable. *

Celui-ci se compose de deux plateaux en tôle couverts de sable, portés par deux arbres verticaux dont l'un est commandé directement par un mouvement d'horlogerie, dont l'autre reçoit du premier, au moyen d'une chaîne de Vaucanson, un mouvement de même vitesse. Au-dessous de chacun de ces plateaux est disposée une rampe circulaire à gaz ; sur chacun d'eux on peut placer environ 50 matras à la fois, et le travail, d'ailleurs, est conduit de telle façon que l'un des deux plateaux soit à point pour être dégarni au moment

(*) J. d. F. S., 24, n° 10. (Extrait d'un rapport de A. Girard.)

où l'on achève de garnir l'autre. Chaque matras, bien entendu, est soigneusement numéroté.

L'appareil d'analyse (fig. 282 et 283), enfin, se compose de trois étoiles superposées, à cinq branches chacune, et qu'entraîne, dans un même mouvement de

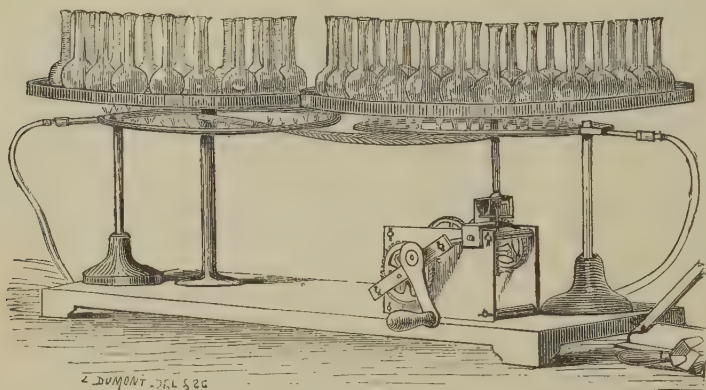


Fig. 282.

rotation, le manchon commun sur lequel ces étoiles sont montées. Chacune des branches de l'étoile inférieure est percée de cinq trous fermés par une toile métallique ; sur cette toile métallique on asseoit cinq tubes à essai dont l'extrémité supérieure est prise dans les trous correspondants de l'étoile qui,

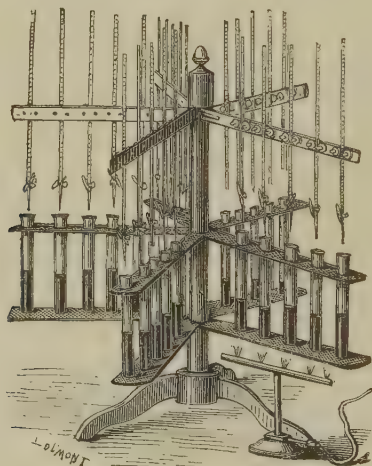


Fig. 254.

placée au-dessus de la première, est destinée à remplir le rôle de guide ; au-dessus de ce guide, enfin, est montée une troisième étoile portant à chaque branche cinq pipettes graduées à robinet. La manœuvre d'un semblable appa-

reil est aisé à comprendre ; l'opérateur amène devant lui l'une des cinq séries d'appareils placés dans un même plan vertical ; dans chaque tube il verse 10 centimètres cubes de liqueur cuprique ; dans chaque burette, soigneusement numérotée, il introduit le liquide sucré inversé, provenant d'une betterave déterminée, et, dans la solution cuprique correspondante, il fait écouler une certaine proportion de ce liquide sucré. Aussitôt toute la série d'appareils est tournée de 72 degrés et les tubes amenés au-dessus d'une petite rampe à gaz, à cinq becs, qui bientôt détermine l'ébullition du liquide que ces tubes contiennent, et détermine, par conséquent, aussi la précipitation d'une partie de l'oxydure de cuivre. Pendant ce temps, la série suivante a été préparée de la même façon ; comme la première elle est conduite au-dessus de l'appareil de chauffage ; et les choses se continuent ainsi jusqu'à ce que l'analyse ait pris fin par la décoloration complète de la liqueur cuprique.

La méthode polarimétrique a été adoptée par **Dippe** frères (*) (*Quedlinburg*). Voici la manière de procéder adoptée par ces producteurs de graines :

Pour analyser les sujets, un homme transperce la betterave au moyen d'une sonde, de haut en bas, suivant une direction qui fait un angle de 45 degrés avec l'axe de la betterave. Le cylindre de 1 centimètre de diamètre ainsi obtenu, est remis à la place qu'il occupait dans la betterave. Chaque betterave est placée ensuite sur une des cinq tables de l'atelier, divisées en seize carrés numérotés, et y occupe une case ; à côté de la betterave se place le ballon gradué, le filtre et le verre nécessaires à l'analyse. Le cylindre enlevé hors de la betterave est pressé, sans être râpé, dans deux puissantes presses à vis spécialement construites dans ce but. Ces presses sont manœuvrées par deux hommes vigoureux qui agissent sur un volant de 1 mètre de diamètre. La tige filetée de la presse agit sur un cône en cuivre qui comprime le cylindre de betterave dans un réceptacle également conique. Dans ce réceptacle sont disposés plusieurs doubles d'un tissu métallique, et le jus s'écoule par un trou pratiqué dans la partie inférieure de la boîte. Un joint en caoutchouc empêche le jus de s'échapper entre le cône en cuivre et la boîte conique. Le jus recueilli dans un petit réservoir est aussitôt placé à côté de la betterave dont il provient. On prélève 5 centimètres cubes de ce jus au moyen d'une pipette graduée et on l'introduit dans un flacon gradué de 25 centimètres cubes, préalablement garni d'un peu de sous-acétate de plomb. On remplit ensuite le flacon jusqu'à la marque. Le jus filtré est introduit dans un tube de polarisation, dont on possède un grand approvisionnement ; ces tubes sont disposés côte à côte sur un support numéroté. Le jus est ensuite polarisé. Le polarimètre est disposé pour marquer une teneur en sucre de 12,34 %. Les betteraves qui n'atteignent pas ce chiffre sont rejetées.

Un second polarimètre est ensuite disposé pour marquer 14 % de sucre. Le petit nombre de betteraves qui atteignent ce chiffre sont conservées spécialement comme betteraves d'élite. On ne détermine donc pas la teneur exacte en sucre du jus de chaque betterave, mais simplement, et cela est seul nécessaire, si la betterave reste dans de certaines limites relativement au sucre qu'elle contient. Il est évident que les erreurs d'observation sont augmentées par suite de la dilution de 5 centimètres cubes de jus à 25 centimètres cubes,

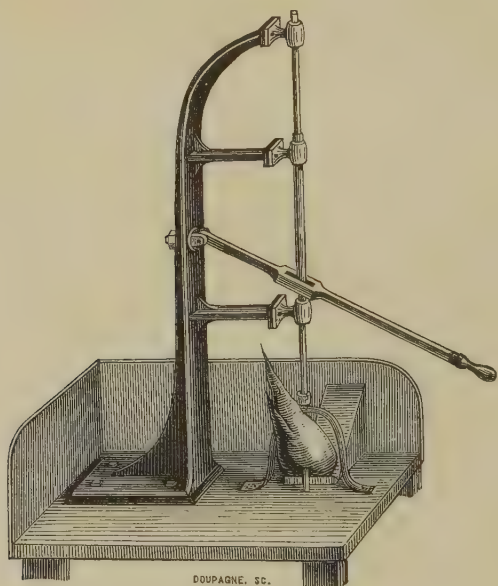
(*) J. d. F. S., 24, n° 2.

mais on obtient quand même un triage parfait. Le nombre de betteraves ainsi analysées oscille, d'après le livre d'analyses, de 700 à 800 par jour, soit 750 en moyenne.

Le personnel occupé dans le laboratoire était de 50 hommes et femmes au printemps de 1883, soit :

- 1 homme pour la surveillance des travaux ;
- 1 homme pour sonder les betteraves ;
- 4 hommes pour les deux presses ;
- 1 homme pour nettoyer les tissus métalliques des presses ;
- 1 homme pour introduire le jus dans les ballons gradués ;
- 2 hommes pour compléter le volume de 25 centimètres cubes et introduire le jus dans les tubes polarimétriques ;
- 1 homme observait le polarimètre et notait les résultats ;
- 1 homme introduisait les betteraves dans différents paniers suivant leur qualité ;
- 4 jeunes filles nettoyaient le matériel ;
- 1 jeune fille fabriquait les filtres.

Le chimiste d'une sucrerie de *Tirlemont* (*) (*Belgique*), **M. R. R...** et **M. Lindeboom** (*Landen*), ont modifié légèrement le mode d'analyse en usage chez Dippe frères.



DOUPAGNE, SC.

Fig. 284.

La sonde qui sert à prendre l'échantillon (fig. 284) ne diffère que peu de celle d'Olivier-Lecq. Remarquons cependant qu'elle est de construction plus solide et que l'extracteur permet l'enlèvement rapide et net du cylindre

(*) S. B. 12, p. 126 et 133. (H. Pellet.)

découpé. Pendant le sondage, on tient la betterave suivant une certaine inclinaison pour que la perforation ait lieu de l'extrémité jusqu'au collet. Le diamètre du cylindre enlevé par la sonde varie de 10 à 15 millimètres ; le poids du cylindre est de 15 à 20 grammes. Chaque échantillon est placé dans une forme en bronze très résistante, ayant de 12 à 15 centimètres de diamètre et de 15 à 18 millimètres de profondeur (fig. 285). Le fond est sillonné par quatre ou cinq raies qui permettent au jus, lors de la pression, de sortir par une ouverture ménagée sur un côté du disque ; puis on recouvre le fond d'une tôle en cuivre. Le jus est essayé de la même façon que chez Dippe frères.



Fig. 285.

Lindeboom [*Landen*] a employé le même procédé pour analyser les betteraves achetées d'après leur richesse saccharine. On obtient un échantillon moyen en sondant dix à vingt betteraves du lot qu'il s'agit d'analyser. Les formes en bronze (fig. 285), dont nous venons de parler, peuvent s'emboîter l'une dans l'autre de manière à former une pile (fig. 286). On place dans chaque forme deux ou trois cylindres l'un à côté de l'autre et on soumet toute

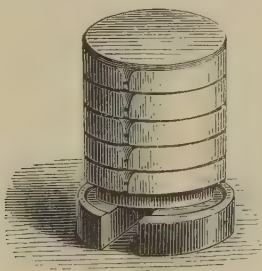


Fig. 286.

la pile à une pression de 400 à 500 atmosphères, au moyen de la presse hydraulique de Geschwind (fig. 278), ou bien on emploie une forte presse à vis muni d'un grand volant. Ce procédé ne donne que 52 à 55 centimètres cubes de jus pour 110 à 125 grammes de betteraves. La betterave ainsi pressée laisse une pulpe qui est feutrée et a l'épaisseur d'une feuille de papier. On prend 25 ou 50 centimètres cubes de jus que l'on traite par le sous-acétate de plomb. On agite, filtre et polarise, en se servant d'un tube saccharimétrique de petit diamètre pour n'avoir besoin que de 5 à 8 centimètres cubes du liquide filtré. La durée de la pression est de trois minutes, du mesurage et de la filtration six minutes, de la polarisation deux minutes, soit avec le sondage un total de treize minutes. Avec l'aide de trois personnes on peut analyser ainsi quinze lots de betteraves par heure. On a comparé cette méthode avec la méthode

ordinaire du râpage et de la pression, et on a trouvé, en général, des écarts insignifiants de 0,1 à 0,2, tantôt en plus, tantôt en moins. (Le chimiste d'une autre fabrique, qui avait essayé cette méthode, nous a affirmé que l'on trouvait de cette façon toujours trop peu de sucre. Ceci concorde avec les essais analogues faits par nous sur des cossettes non divisées (*). L'ancienne méthode basée sur l'emploi de la râpe **Pellet**, donnant par la pression ordinaire plus de 70 % de jus, nous paraît plus pratique pour l'analyse des betteraves achetées que le sondage qui, à une pression de 500 atmosphères, ne donne que 50 % de jus au plus. Pour l'analyse des porte-graines, nous préférons, au contraire, la méthode Lindeboom. (F. S.)

(*) Voir cette Revue, page 460.

CHAPITRE II

ANALYSE DES PRODUITS DE LA FABRICATION

CONTROLE CHIMIQUE.

On a insisté à la réunion des fabricants allemands(*) sur l'importance du contrôle chimique pour les fabriques de sucré, et sur la nécessité de faire disparaître les difficultés actuelles de ce contrôle.

Le **D^r Degener** croit qu'il faudrait, avant tout, un accord général entre tous les chimistes pour adopter partout les mêmes méthodes d'analyse, principalement pour l'essai des betteraves.

Le **D^r Stammer** croit que cela est impossible dans ce moment, à cause des modifications profondes qui s'opèrent, chaque année, dans nos idées sur la meilleure manière d'opérer.

Le contrôle chimique bien conduit a une valeur très grande pour les fabriques, mais il faut opérer avec une sage modération et ne pas étendre le contrôle à des matières qui ne peuvent être déterminées rapidement et exactement, telles que le jus de la fabrication dans les opérations ultérieures. Ces déterminations ont d'autant moins de valeur quand on détermine, non pas la pureté réelle, mais la pureté apparente des jus et qu'on veut en tirer une conclusion sur le travail général de la fabrique. (Nous ne partageons pas l'avis du D^r Stammer sur ce point. La détermination de la pureté apparente des jus carbonatés et filtrés nous paraît offrir un grand intérêt pour le contrôle de la fabrique. La pureté réelle, somme toute, n'a pas plus de valeur que la pureté apparente. Cette dernière n'a nullement une valeur arbitraire puisqu'elle est basée sur la densité des jus, et sa détermination peut rendre de bons services, pourvu qu'elle soit faite par des procédés exacts. La pureté réelle, ainsi que la pureté apparente, n'ont qu'une valeur comparative et ne donnent pas d'indications précises sur le rendement des jus F. S.). Le D^r Stammer insiste, en outre, sur la nécessité de faire exécuter les analyses par des chimistes sérieux, et non pas par des... faiseurs d'analyses engagés pour la durée d'une campagne.

(*) Z., 33, p. 590.

Le **D^r Lippmann** reconnaît qu'un contrôle exact offre beaucoup de difficultés. Même dans les raffineries, où l'on pèse exactement le sucre brut entré, le sucre raffiné et la mélasse produite, on constate toujours des pertes inconnues fort importantes. Ainsi, aux essais de raffinerie faits dans le temps à Charlottenbourg, on a constaté des pertes de 3 à 4 %, dont un quart seulement a pu être déterminé.

Le **D^r Bodenbender** réfute l'opinion de certains savants (?) qui n'attachent pas d'importance aux analyses des chimistes occupés dans les fabriques de sucre, sous le prétexte que la polarisation peut être influencée par la présence de substances étrangères, etc. Ils oublient que c'est précisément à ces chimistes que nous devons la découverte de ces faits intéressants.

DENSITÉ DU JUS DE DIFFUSION.

E. Restiau et **C. L. Brunings** (*) ont publié des formules pour calculer la densité d'un jus de diffusion d'après la densité du jus normal, le volume, etc. Nous ne reproduisons pas ces formules qui n'ont aucune valeur, étant basées sur des données tout à fait arbitraires.

La formule qu'il faudrait appliquer pour ces sortes de calculs est en réalité :

$$d' = 1 - \frac{\alpha(d-1)}{dv}$$

dans laquelle

d = la densité du jus normal.

d' = la densité du jus de diffusion.

v = le volume du jus de diffusion pour 100 kilogrammes de betteraves travaillées.

α = la quantité de jus normal extrait par 100 kilogrammes de betteraves.

Ce dernier chiffre est ordinairement de 90 à 92, mais peut varier dans des limites beaucoup plus étendues. Nous ne comprenons pas, du reste, quel intérêt peuvent présenter ces calculs qui ne seront jamais exacts. Il vaudrait beaucoup mieux comparer entre elles les richesses saccharines des différents jus, pour en déduire les pertes inconnues. — F. S.

ANALYSE DES MÉLASSES.

Le **D^r A. von Wachtel** (*) propose un nouveau moyen pour décolorer les solutions de mélasse foncées qui proviennent de l'osmose et qu'il est difficile d'observer au polarimètre. Ce moyen consiste dans l'emploi du nitrate mercurieux. 10 % de ce sel sont introduits peu à peu dans de l'eau chaude qui est agitée fréquemment, on décante le liquide clair ; on ajoute au résidu jaunâtre quelques gouttes d'acide nitrique et de l'eau, puis on chauffe. Le résidu se dissout et cette solution est jointe à la première. Comme au bout d'un certain temps une partie du sel se sépare par cristallisation, la solution n'est jamais fort concentrée, et il en faut employer une quantité notable pour opérer la décoloration. On pèse le poids normal (ou au besoin la moitié du poids normal)

(*) O. 21, p. 940.

de la mélasse à essayer dans un ballon de 110 centimètres cubes, et on ajoute de l'eau et la solution de nitrate mercurieux jusqu'à ce qu'en agitant il se forme un précipité. On remplit alors jusqu'à la marque, on agite de nouveau et on laisse déposer au moins une demi-heure ; puis on filtre et on polarise.

L. Marot (*) a découvert (!) que le noir neuf absorbe du sucre et que, par suite, des solutions sucrées décolorées par du noir polarisent trop peu. Cette propriété du noir diminue considérablement à mesure qu'il a absorbé des alcalis et des chlorures par les jus sucrés. Mais alors, le noir a perdu en même temps une grande partie de son pouvoir décolorant, ses pores étant remplis de matières organiques et minérales. L. Marot conseille donc de proscrire l'emploi du noir dans les analyses du sucre. (Nous sommes étonné que M. Marot essaye de donner comme neufs des faits connus par tous les chimistes sérieux. Nous n'entendons nullement proscrire l'emploi du noir fin pulvérisé pour l'analyse des sucres ; il suffit de l'employer avec modération. Voici comment nous opérons : Une quantité de noir neuf assez considérable est finement pulvérisée et séchée, puis conservée dans un large flacon bouché à l'émeri. On détermine une fois pour toutes le pouvoir absorbant de ce noir, en traitant par une quantité déterminée de noir une solution de sucre pur, ayant à peu près la concentration ordinaire des jus et polarisée préalablement, on note la différence des deux lectures polarimétriques. Nous préférons même l'emploi du noir à celui du tannin (**), par exemple. F. S.

G. Stade (**) indique sa manière d'opérer pour déterminer l'eau dans les masses cuites, mélasses, etc. ; les produits sont mélangés avec du sable et séchés pendant 24 à 48 heures dans un courant d'air débarrassé d'eau et d'acide carbonique, en maintenant une température de 93 à 95° C.

D'après **H. Zimmermann**, on peut déterminer facilement la densité d'une mélasse ou d'un sirop au moyen d'un picnomètre, pourvu que l'on ait soin de réchauffer la mélasse préalablement.

A. Kreidl (Prague) (†) a construit un appareil (fig. 287) à cet effet.

Il se compose :

a) D'un vase A où l'on peut produire de la vapeur et qui a la forme d'un bain d'air. Ce vase sert en même temps pour la dessiccation du picnomètre ;

b) D'une petite chaudière en cuivre B (fig. 288) à parois doubles qui sert à réchauffer la mélasse. La paroi extérieure est cylindrique, la paroi intérieure a la forme d'un cône dont la pointe est dirigée vers le bas. Il y a une ouverture dans cette pointe qui peut être fermée par un bouchon fixé à une tige passant au-dessus de la chaudière. L'enveloppe de la chaudière B est reliée au moyen d'un tube en caoutchouc avec le vase A ;

c) D'un vase en tôle C, au milieu duquel se trouve suspendu un pont percé d'une ouverture. Le vase se remplit en partie avec de l'eau et sert à condenser les vapeurs qui sortent de l'enveloppe de la chaudière B.

Ceci dit, voici la manière d'opérer :

(*) S. I. XXI, n° 2.

(**) Voir p. 458 de cette Revue.

(***) O., 21, p. 764.

(†) B. Z. VII, p. 271.

On commence par verser la mélasse ou le sirop (ou la masse cuite) qu'il s'agit d'essayer dans le cône intérieur de la chaudière B, puis on chauffe le vase A qui dégage de la vapeur. Cette vapeur passe dans le manteau de la chaudière B et réchauffe la mélasse qui s'y trouve. L'air se dégage de la

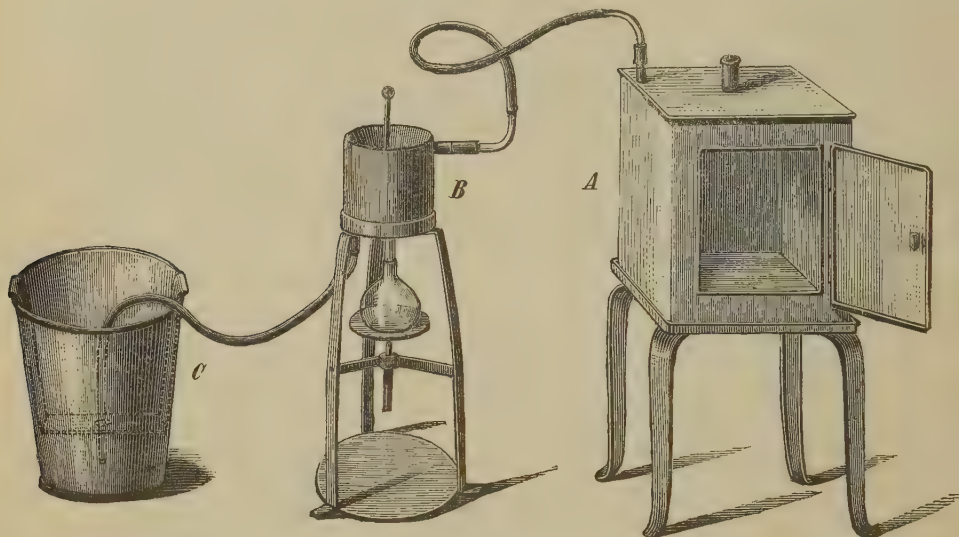


Fig. 287.

mélasse et les substances sablonneuses se réunissent au fond du cône. Après 15 ou 20 minutes de chauffage, on fait écouler une petite partie de la mélasse dans une capsule, pour écarter le sable entraîné ; puis on remplit le picnomètre avec la mélasse. On laisse refroidir et on complète le volume ; puis on pèse, comme à l'ordinaire. Pour vider ensuite le picnomètre, on l'introduit dans le vase C, en le passant, le col renversé, par l'ouverture du pont. La mélasse y devient liquide par l'action de l'eau chaude qui s'y trouve et s'écoule facilement.

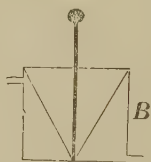


Fig. 288.

D. Sidersky (*) a indiqué la méthode suivante pour déterminer la densité d'une mélasse. On verse la mélasse à essayer dans un ballon gradué (à la température normale) et on la pèse. Puis on achève de remplir le ballon jusqu'à la marque avec de l'eau distillée qui s'écoule d'une burette graduée.

(*) Z. 31, p. 192.

La différence entre le volume total du ballon et celui de l'eau ajoutée donne le volume de la mélasse. De ce volume et du poids de la mélasse on déduit facilement sa densité. Cette méthode permet d'opérer sur une très petite quantité de substance. Pour obtenir des résultats exacts, il est bon de réchauffer et d'écumer les mélasses avant l'essai. F. S.)

T. Ziegler (*) (*Bedihosch*) indique également une nouvelle (?) méthode pour déterminer le poids spécifique des mélasses.

On verse dans un vase cylindrique, jusqu'à une certaine hauteur a , la mélasse dont il s'agit de trouver le poids spécifique, puis de l'eau à la hauteur b . On agite et on détermine le poids spécifique S du mélange. De là on déduit le poids spécifique de la mélasse :

$$s = \frac{(a + b) s - b}{a}$$

ou, si nous posons $b = n. a$

$$s = (1 + n) S - n.$$

On peut vérifier par une méthode semblable le degré Balling d'une solution de sucre pur.

Ainsi, si nous dissolvons dans l'eau Bg grammes de sucre dont le poids spécifique est de $r = 1,55785$, de manière à former une solution dont le poids est de 100 grammes, et dont le poids spécifique est de s , nous en déduisons la formule suivante :

$$Bg = \frac{100 r}{r - 1} \times \frac{s - 1}{s}$$

ou, comme $\frac{100 r}{r - 1} = k$ est un facteur constant qui est égal à 279,25; nous aurons :

$$Bg = k. \frac{s - 1}{s} = 279,25 \frac{s - 1}{s}$$

Ziegler a trouvé lui-même plus tard (**) que ses formules ne sont pas exactes et qu'il aurait fallu tenir compte de la contraction qui se produit quand on dissout un corps solide ou quand on mélange deux liquides de densités différentes. Si nous désignons par C la contraction totale et si nous admettons que la solution sucrée pèse 100 grammes, nous en déduisons :

$$C = (100 - Bg) + \frac{Bg}{r} - \frac{100}{s}$$

$$\text{et } Bg = k. \frac{s - 1}{s} - \frac{k}{100} C = 279,25 \frac{s - 1}{s} - 2,79 C$$

$$\text{ou } s = \frac{100 k}{k(100 - C) - 100 Bg}.$$

(*) O., 21, p. 313.

(**) O., 21, p. 760. Nous avons corrigé une faute qui se trouvait dans la table (pour 25° Bg.). F. S.

Voici une table qui contient les coefficients de contraction C calculés de 5 à 5 degrés Balling.

Bg	C	Bg	C	Bg	C
0	0,0000	35	0,8197	70	0,9079
5	0,1415	40	0,8897	75	0,8292
10	0,2782	45	0,9427	80	0,7244
15	0,4070	50	0,9781	85	0,5894
20	0,5268	55	0,9941	90	0,4255
25	0,6396	60	0,9879	95	0,2297
30	0,7178	65	0,9597	100	0,0000

Pour 56 degrés Balling, la contraction devient maximum $C = 0,9958$, et diminue de là dans les deux sens. Ses oscillations peuvent être représentées graphiquement par une parabole.

A. Gawalovski (*) a fait construire par Fischer et Röver (à Stützerbach, Thuringe) un aréomètre qui indique la température du liquide essayé sur une échelle placée à la partie supérieure de l'instrument. Cette disposition permet de lire la température sans devoir soulever l'aréomètre. Elle est très pratique quand il s'agit de déterminer la densité de liquides colorés. Seulement, elle n'est pas neuve, puisque E. Greiner (Stützerbach) l'a appliquée depuis longtemps. Ajoutons que la même disposition peut être adoptée pour les picnomètres.

FERMENTATION DES MÉLASSES.

F. Billet (**) (*Marly*) a construit un aréomètre qu'il appelle « levüro-dynamomètre » et qui est destiné à mesurer la puissance des levûres et le rendement alcoolique d'une solution sucrée (mélasse).

Pour opérer avec cet instrument, on prend environ 30 gr. de mélasse, on y ajoute un grand excès de bonne levûre, l'acide utile à la fermentation et l'eau nécessaire pour arriver à 0° sur l'échelle de l'aréomètre. Quand la fermentation est terminée, on fait la lecture au point d'affleurement de l'aréomètre, en observant que chaque degré de l'instrument correspond à 1,03 centimètre cube d'alcool.

Si, au lieu de vouloir apprécier le rendement approximatif d'une mélasse, on veut juger de ses qualités fermentescibles, on opérera de la même façon. Mais au lieu de mettre un grand excès de bonne levûre, on n'en emploiera qu'une dose industrielle, c'est-à-dire 1 1/2 % de la mélasse.

Leo Liebermann (***) passe en revue les différentes théories émises sur la fermentation, et en conclut que le pouvoir du levain de transformer le sucre en alcool est basé sur la présence d'un ferment qui se trouve à l'intérieur de la cellule du levain. Nous ne connaissons pas encore la manière d'agir de ce ferment; et tout ce qu'on a écrit jusqu'ici à ce sujet, repose sur de simples hypothèses.

(*) D. Z. I., n° 27, 28 et 39.

(**) S. I., 21, p. 133, J. d. F. S., 24, n° 2, B. d. A. C. I. p. 41.

(***) N. Z. XI, p. 41 et 51.

ANALYSE DES SUCRES.

L'analyse des sucres bruts se fait généralement en y déterminant le sucre (par polarisation), les cendres sulfuriques et l'eau. Le reste est considéré comme matières organiques. Parmi ces opérations, c'est la polarisation qui exige le plus de soins. Aussi plusieurs chimistes belges ont-ils essayé de la supprimer et de déterminer dans les sucres les cendres et l'eau seulement. A cet effet, ils attribuent aux matières organiques une valeur à peu près égale à $\frac{4}{5}$ du poids des cendres. Le sucre se trouve alors par différence. Le conseil d'administration de la Société des fabricants de sucre belges s'est ému de cette situation.

Déjà en 1881, il avait conféré avec les chimistes départageurs pour faire abandonner cet abus. Ces chimistes lui donnèrent satisfaction, en condamnant absolument la méthode dite « des quatre cinquièmes » que nous venons de décrire. Cependant les membres du Conseil doutèrent que les chimistes eussent réellement abandonné cette méthode. Pour s'en convaincre, ils ajoutèrent à un sucre ordinaire près de 4 % d'oxalate d'ammoniaque, et envoyèrent le mélange aux sept chimistes départageurs. Deux de ceux-ci ne s'aperçurent pas de cette ruse, et les résultats fournis par eux montraient clairement que la polarisation n'avait pas été faite, et qu'ils avaient opéré par les « quatre cinquièmes » (*).

Cette même question fut agitée devant un tribunal français, la Cour d'appel de Douai (**). Il s'agissait d'une altération frauduleuse de sucre brut par un mélange de fécule, dans la proportion de 3 à 5 %. Le chimiste de l'acheteur avait, dans ce cas, adopté également la méthode des quatre cinquièmes et l'acheteur avait été, par suite, induit en erreur par le vendeur. Ce dernier fut condamné à une forte amende. Quant au chimiste, le jugement ne s'en est pas occupé.

DÉTERMINATION DES CENDRES DANS LE SUCRE.

La détermination des cendres se fait généralement en incinérant un poids donné de sucre sur lequel on a versé quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le résultat est multiplié par 0,9.

Le **D^r Hugo Schultz** (***) [*Magdebourg*] trouve que cette méthode n'est pas juste parce qu'il arrive souvent que les sucres, surtout ceux provenant de bas-produits, contiennent une quantité notable de carbonate de chaux et d'autres sels insolubles qui sont comptés comme cendres, bien qu'ils n'aient aucune action nuisible sur le rendement des sucres. C'est pourquoi il propose la méthode suivante :

On fait dissoudre 60 grammes (ou 75 grammes ou 30 grammes) de l'échantillon de sucre dans une éprouvette de 200 centimètres cubes (ou 250 centimètres cubes ou 100 centimètres cubes respectivement) de capacité. On filtre la solution (si elle est trouble) avec les précautions d'usage. On en prélève, au moyen d'une pipette, deux lots de solution de 10 centimètres cubes, on

(*) S. B. 11, n° 8.

(**) S. B. 11, n° 12.

(***) Z., 33, p. 564 et B. d. A. C., n° 9.

évapore dans la capsule en platine, et on procède ensuite à l'incinération sulfurique comme d'habitude. Les 10 centimètres cubes correspondent à 3 grammes de sucre. Cette méthode, qui est plus juste que l'ancienne, est aussi plus exacte, parce qu'on peut prendre une quantité de sucre plus grande pour faire l'analyse.

Le **D^r Kohlrausch** (*Vienne*), tout en approuvant, au point de vue théorique, la proposition de Schultz, croit qu'en pratique les chimistes du commerce ne peuvent employer des méthodes aussi compliquées. Tant pis pour les fabricants de sucre s'ils livrent une marchandise contenant des impuretés du genre de celles dont on parle.

Le **D^r Degener** (*Berlin*) croit que c'est une anomalie, au point de vue scientifique, qu'on fasse toujours entrer dans le poids des cendres à multiplier par le coefficient, non seulement les sels de chaux, mais encore les sels alcalins à acides organiques. Cette manière d'agir est contraire aux intérêts du fabricant. Il vaudrait mieux abandonner l'incinération sulfurique, opérer sur des quantités plus grandes, procéder par la calcination lente, épuiser le charbon obtenu à l'eau chaude, filtrer et puis titrer la solution filtrée sans l'évaporer. Par cette méthode on peut déduire de l'acide carbonique des cendres (alcalines) solubles, la quantité approximative des alcalis qui avaient été combinés à des acides organiques et qui constituent les véritables agents mélassigènes. Cette méthode serait à la fois plus rapide, plus facile et plus exacte que la méthode ordinaire (? F. S.).

F. Engelhardt (*) (*Londres*) tient compte du sable qui pourrait se trouver dans les sucres. S'il y en a, on dissout les cendres dans l'acide chlorhydrique. On filtre ; puis on sèche, on calcine et on pèse le résidu. Le chiffre trouvé est déduit du chiffre des cendres obtenues par l'incinération sulfurique, et la différence multipliée par 0,9.

On a signalé la présence du sucre interverti dans certains sucres bruts de betteraves. D'après le **D^r H. Bodenbender** (*), c'est là une erreur. Quand on ajoute de la liqueur de Fehling à une solution chaude de ces sucres, il se forme, non pas instantanément, mais au bout de *quelques secondes*, un précipité jaune qui, pendant la filtration, se redissout dans un excès de la solution cuivrique alcaline. (Nous ne savons pas si ce précipité est de l'oxyde cuivreux ou une combinaison de ce dernier corps avec une matière organique.) Ses caractères diffèrent essentiellement de ceux observés pour le sucre interverti. Avec ce dernier, la solution cuivrique donne « instantanément » un précipité rouge. Le phénomène signalé a été observé aussi pour des mélasses et des jus épurés préalablement par du plomb ou de la chaux. Il y a là certainement un nouveau corps inconnu, dont les caractères diffèrent essentiellement de ceux du sucre interverti.

P. Casamajor a eu l'occasion d'analyser un sucre provenant de Chicago qui avait été falsifié par de l'amidon.

Après plusieurs essais infructueux, il s'est arrêté à la méthode suivante, pour analyser ce sucre.

(*) S. B. 12, n° 6.

(**) D. Z. I. IX, n° 8.

(***) *The Sugar Cane* XV, n° 167 et *Chemical News*, vol. 47, p. 252.

Le poids normal du sucre falsifié fut dissous et rapidement polarisé. Il indiquait 100,4 degrés au polarimètre. Mais cette polarisation diminuait rapidement quand on laissait le tube d'observation dans l'appareil. Au bout de quinze minutes on lisait 94,3 degrés, au bout d'une demi-heure 90,2 degrés, au bout de deux heures 89,9 degrés, et au bout de cinq heures 89,3 degrés. A partir de ce moment, la polarisation restait constante. On procéda à la méthode par inversion (page 511 de cette Revue), qui donna 72,7 ‰, ce qui fut admis comme la véritable richesse saccharine du sucre essayé. Des essais spéciaux ont démontré l'exactitude de ce procédé, savoir que la dextrose, qui avait été soumise à l'inversion « après un repos suffisant, » conservait le même pouvoir polarisant qu'elle possédait avant l'inversion.

Casamajor indique encore un autre moyen pratique pour rechercher si un sucre a été falsifié par de l'amidon.

On introduit dans une éprouvette le sucre suspect et dans une autre du sucre pur raffiné. Puis on ajoute dans les deux éprouvettes de l'eau et on mélange soigneusement l'eau et le sucre dans chacune d'elles, puis on les place dans de l'eau chaude (de 50 à 100 degrés c.).

Au bout de dix minutes, on observe. Le sucre raffiné paraît alors plus humide qu'il ne paraissait à froid. L'autre sucre, s'il contient suffisamment d'amidon, se transforme en une masse collante semblable aux masses cuites des raffineries.

On peut aussi observer simplement à froid ; seulement il faut attendre plus longtemps.

Ce procédé repose sur l'observation que le sucre se combine avec l'amidon en présence de l'eau en formant un mélange collant incristallisable. Remarquons aussi que les sucres falsifiés sont toujours séchés plus fortement que les sucres ordinaires, pour mieux masquer la fraude.

La liqueur cuivrique donne également dans ce cas de bonnes indications.

TITRAGE DES SUCRES.

Quand les sucres sont en baisse, il y a fréquemment des discussions sur la question de savoir si le sucre fourni par une fabrique correspond exactement soit à l'échantillon pris d'avance, soit à la base sur laquelle on a traité.

L'acheteur, en effet, saisit volontiers le moindre prétexte pour faire annuler une livraison sur laquelle il perdra de l'argent. Cette question a été discutée à une assemblée de fabricants, tenue à Brunswick(*), mais sans qu'on soit arrivé à une entente. Nous en tirons seulement la conclusion qu'il est toujours prudent d'indiquer dans les contrats d'avance les conditions exactes de la vente, en fixant d'une manière précise les limites entre lesquelles peut varier la polarisation ou le titrage du sucre vendu.

K. Hulla (**) se pose la question de savoir s'il y a avantage de produire du sucre d'un titrage élevé. — Il prend pour base une masse cuite contenant 84,11 ‰ de sucre, 10,39 ‰ de non-sucre et 5,50 ‰ d'eau et considère la production de quatre différentes sortes de sucre, savoir :

(*) Z., 33, p. 955.

(**) B. Z. VII, p. 172.

<i>Composition du sucre.</i>	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Sucre.	94,0	95,0	96,0	97,0
Cendres	1,6	1,4	1,2	1,0
M. organiques	2,0	1,6	1,2	0,8
Eau	2,4	2,0	1,6	1,2
Titrage	86,0	88,0	90,0	92,0

Il calcule de là les rendements

suiuants % de la masse cuite :	69,61	— 66,92	— 64,25	— 81,59
Sirop résultant % de la masse cuite	30,39	— 33,08	— 35,75	— 38,41
Sirop après la cuite	29,51	— 32,13	— 34,76	— 37,39
Pureté du sirop	70,3	— 71,0	— 71,7	— 72,4
Sucre II jet obtenu	17,05	— 17,92	— 18,83	— 19,76

Hulla supposait que ce sucre avait dans tous les cas la même composition, soit :

Sucre 93,50, Cendres 1,90, M. organiques 2,10, Eau 2,50. — En admettant que le prix du sucre à base 88 était de fl. 32 — (environ 66 francs), et que l'on payait 5 kreutzers (10 centimes) pour chaque 0,1 degré de titrage au-dessus de 88°, il conclut qu'il n'y a pas avantage de produire des sucres au-dessus de 88°.

(Ces calculs sont basés sur des données fort arbitraires, il ne convient pas de s'y arrêter trop. Néanmoins nous devons reconnaître la bonne volonté de Hulla, alors qu'aucun autre chimiste n'a essayé jusqu'ici de résoudre cette question intéressante. F. S.)

ANALYSE DES ÉCUMES.

II. Pellet (*) passe en revue les différentes méthodes employées pour doser le sucre dans les écumes des filtres-presses.

La première méthode a été la suivante : On délaie le poids normal (16,0 pour le Laurent ; 26,048 pour le Venzke) d'écumes dans une quantité suffisante d'eau pour atteindre le volume de 100 cc. On clarifie par quelques gouttes de sous-acétate de plomb, et on filtre. La lecture indique tout de suite la richesse saccharine, attendu que le volume des écumes peut être négligé. Cette méthode donne des résultats inexacts puisqu'il reste alors du sucrate de chaux non décomposé. Il faut donc saturer et neutraliser les liqueurs alcalines, avant d'y ajouter le sous-acétate de plomb.

On peut aussi décomposer le sucrate par l'acide carbonique. A cet effet, on prend 100 ou 200 cc. d'écumes qu'on délaie dans de l'eau chaude, et on fait arriver du gaz carbonique en excès pendant longtemps pour être certain d'attaquer tout le sucrate. On porte à l'ébullition pour chasser l'excès de gaz et on complète un volume déterminé. Le liquide filtré est analysé par la liqueur cuivrique ou le polarimètre.

L'acide carbonique a été remplacé aussi par le carbonate de soude ou d'ammoniaque, mais il faut alors toujours porter à l'ébullition.

(*) B. d. A. II^e année, n° 1 et S. B. 12, n° 9.

Une méthode plus pratique a été proposée dans ces derniers temps par **Ost**. Voici en quoi elle consiste :

On prend 16,19 gr. d'écumes à analyser qu'on place dans un mortier. On broie avec de l'eau additionnée de 7 à 8 grammes d'azotate d'ammoniaque, ce qui produit un froid favorable à la dissolution du sucrate insoluble (?). Après le délayage, on ajoute 3 à 4 cc. de sous-acétate de plomb ; et on complète jusqu'à 100 cc. avec de l'eau. Le liquide est agité, filtré et polarisé (à l'appareil Laurent). Comme 16,19 gr. d'écumes occupent un volume de 5,4 cc., il faut multiplier le résultat obtenu par 0,946, ou bien on peut employer des ballons tenant 105,4 cc. — Pour l'appareil Venzke, on prend 26,048 gr. d'écumes, on ajoute 12 cc. d'azotate d'ammoniaque et on complète jusqu'à 200, en multipliant le résultat obtenu par 0,955.

Quand les écumes contiennent de la chaux libre, il se formera dans cette opération toujours de l'ammoniaque qui attaque le cuivre et peut colorer la liqueur. Il faut donc employer dans ce cas des tubes d'observation garnis de verre.

(La méthode d'Ost ne nous a pas donné de bons résultats. F.S.)

Une autre méthode a été proposée récemment (*) par **II. Pellet**.

On pèse le poids normal d'écumes, on le place dans un petit mortier et on délaie avec quelques centimètres cubes d'eau ; on verse goutte à goutte de l'acide acétique et on observe son action. Tant qu'il existe un excès d'alcalinité, l'acide acétique, se trouvant immédiatement neutralisé, ne réagit pas sur les carbonates ; au contraire, lorsque la saturation approche, il y a quelques bulles d'acide carbonique qui se dégagent. A ce moment, et pour éviter une mousse volumineuse, on achève la saturation au moyen d'acide acétique additionné de son volume d'alcool à 95° au minimum. Ce mélange n'attaque pas sensiblement les carbonates. On s'assure au moyen du papier de tournesol (ou mieux du phénolptaléine. F. S.) que la saturation est terminée et, cela constaté, on fait passer le tout dans un ballon gradué. On complète le volume déterminé et on filtre. Il est souvent inutile de clarifier au sous-acétate de plomb ; au besoin on ajoute 2 à 3 cc. de ce réactif. Finalement il faut multiplier le résultat obtenu par 0,96 (pour l'appareil Laurent), afin de tenir compte du volume occupé par les écumes.

D. Sidersky (**) a publié aussi une méthode pour analyser les écumes qui se forment quand on éteint de la strontianite calcinée. Ces écumes contiennent peu de chaux et beaucoup de strontiane à l'état de silicate, de carbonate et d'oxyde caustique.

Quand il s'agit seulement de contrôler l'épuisement de la strontiane, il suffit d'en faire bouillir une quantité pesée avec de l'eau, d'amener à un volume déterminé et de titrer la solution filtrée avec de l'acide normal. 1 cc. d'acide normal correspond à 0,0516 de chaux (Ca O) ou à 0,1326 de strontiane ($\text{Sr O}_2 \text{H}_2 + 8\text{aq}$). La chaux caustique qui se trouve dans les écumes est peu soluble à chaud ; il n'en faut donc pas tenir compte.

D. Sidersky décrit ensuite une autre méthode applicable quand il s'agit de faire une analyse exacte des résidus de strontiane.

(*) B. d. A. C., II^e année, n° 11.

(**) Z. 34, n° 8 et B. d. A. C., 2^e année, nos 10 et 11.

ANALYSE DES COSSETTES ÉPUISÉES.

Stammer (*) propose une nouvelle méthode pour doser le sucre dans les cossettes épuisées provenant de la diffusion. On passe les cossettes par le moulin de Stammer. On mélange intimement une quantité quelconque de la crème obtenue avec un peu de sous-acétate de plomb et on filtre. Le jus filtre rapidement ; il est facile à polariser et à conserver. On peut aussi extraire le jus du mélange par l'emploi d'une presse.

Cette méthode a été comparée avec une autre qui consiste à prendre le poids normal des cossettes épuisées et y ajouter de l'alcool à 96°. Les résultats diffèrent peu, seulement la méthode directe donne des résultats plus exacts, parce que le jus est moins dilué. Pour calculer d'après la polarisation de ce jus, la perte en sucre sur 100 grammes de betteraves, il faut déterminer la quantité de cossettes épuisées obtenues par 100 kilogrammes de betteraves, et puis la quantité d'eau que ces cossettes contenaient. D'après Stammer, le coefficient trouvé de cette manière sera environ 0,75. (Nous croyons que ce coefficient sera de 0,92 au moins. En effet, il y a dans la diffusion un simple échange de jus contre de l'eau. Si le jus normal a, par exemple, une densité de 1,06, 106 grammes de ce jus seront simplement remplacés par 100 grammes d'eau ; et comme la betterave a environ 96 % de jus, on aura $\frac{96 \times 100}{106} = 92$ % d'eau dans les cossettes épuisées. En réalité il y aura même peut-être plus, parce que les cossettes épuisées sont toujours saturées d'eau, et les cossettes fraîches souvent fort sèches. F. S.)

ANALYSE DES CARBONATES.

II. Priou (**) se sert pour le dosage de l'urée d'un appareil très simple qui peut être employé également pour doser l'acide carbonique dans la pierre à chaux, le noir animal, etc.

Cet appareil se compose :

- 1) D'une cuve à eau, cylindrique A, dans laquelle plonge un cylindre B gradué, ouvert à sa partie inférieure et rétrécie à sa partie supérieure ;
- 2) D'un verre à pied cylindrique C, contenant de l'acide chlorhydrique, et dans lequel on introduit une petite éprouvette contenant la substance à analyser. Le verre à pied est fermé à sa partie inférieure par un bouchon, dans lequel passe un tuyau mince relié par un tube en caoutchouc avec la partie rétrécie du cylindre B.

Après une courte agitation, la substance à analyser est décomposée par l'acide chlorhydrique et l'acide carbonique formé se dégage dans le cylindre B. On ramène le niveau intérieur et extérieur de l'eau à la même hauteur, et on lit le résultat sur l'échelle du cylindre B.

Pour les calculs, on observe que 1 cc. de gaz à 15° C. représente 0,00423 gr. de carbonate de chaux, et qu'il faut retrancher ou, respectivement, ajouter 0,0000727 gr. par chaque différence de température de 5° C. en plus ou en moins.

(*) Z. 34, p. 69.

(**) S. I. 22, p. 349 et B. A. d. C. I, n° 12.

Le **gazogénomètre Cottrait** (*) peut également servir pour doser l'acide carbonique dans les calcaires, le noir animal, etc. Il se compose d'un flacon-laboratoire à col droit de 400 cc. environ, lequel est surmonté d'une éprouvette en verre graduée munie de deux robinets. Le robinet inférieur est fixe et le supérieur amovible. Un petit tube s'engage dans le prolongement du robinet fixe de l'éprouvette, de façon à plonger au fond du flacon-laboratoire. Le robinet amovible peut être fixé au besoin à la partie supérieure de l'éprouvette au moyen d'une bague à filet ou à baïonnette. Le flacon-laboratoire se ferme au moyen d'un bouchon, par lequel pénètre l'extrémité de l'éprouvette. Ce bouchon est maintenu par un disque métallique (percé au centre pour laisser passer l'éprouvette), lequel peut être fixé d'une manière assurée au moyen de deux étriers filetés à charnière et à écrou mobile. Dans le flacon-laboratoire se place un tube-godet en caoutchouc.

Pour faire l'analyse d'un carbonate, on pèse un poids déterminé de l'échantillon finement broyé et on l'introduit dans le flacon. Puis on verse 10 cc. d'acide azotique dilué de son volume d'eau dans le tube-godet que l'on place debout dans le flacon. On introduit l'éprouvette graduée dans le bouchon du flacon et on le fixe au moyen des étriers de manière qu'une fuite ne soit possible. Puis on ferme les deux robinets et on incline légèrement tout l'appareil.

L'acide azotique décompose les carbonates, et l'acide carbonique dégagé augmente la pression dans l'intérieur du flacon. On remplit alors l'éprouvette graduée d'eau et on la renverse sur un vase plein de ce liquide, puis on ouvre doucement le robinet fixe placé près du flacon. Le gaz contenu dans ce dernier pénètre dans l'éprouvette en déplaçant une certaine quantité d'eau qui s'écoule. On ferme le robinet fixe aussitôt que l'eau à l'intérieur de l'éprouvette est près d'arriver au niveau du vase et on note la hauteur d'eau restant dans l'éprouvette. On répète l'opération autant de fois qu'il est nécessaire pour que, le robinet fixe restant ouvert, l'éprouvette soit incomplètement vidée; c'est-à-dire, pour que le gaz encore contenu dans le flacon puisse être amené à la pression extérieure. On note chaque fois le volume du gaz entré et la température.

Soit V' la somme des volumes partiels observés, H la pression du lieu et f la tension de la vapeur d'eau à la température t observée; on trouvera le volume total du gaz V par la formule suivante :

$$V = V' (H - f) = \frac{1}{760 \times (1 + 0,00367 t)}$$

Pour simplifier les calculs, Cottrait a dressé la table suivante :

(*) S. I. 22, p. 319 et B. A. d. C. I, n° 12.

Température en degrés C.	Tension de la vap. d'eau.	Valeur de 1 $760 \times (1 + at)$	Température en degrés C.	Tension de la vap. d'eau.	Valeur de 1 $760 \times (1 + at)$
10	9.1	1.26920	21	18.5	1.22146
11	9.7	1.26486	22	19.7	1.21712
12	10.4	1.26052	23	20.9	1.21378
13	11.1	1.25618	24	22.7	1.20944
14	11.9	1.25184	25	23.6	1.20510
15	12.7	1.24750	26	25.0	1.20076
16	13.5	1.24316	27	26.6	1.19642
17	14.4	1.23882	28	28.1	1.19208
18	15.3	1.23448	29	29.8	1.18744
19	16.3	1.23014	30	31.6	1.18340
20	17.4	1.22580			

Notons, de plus, que 11,162 litres d'acide carbonique correspondent à 50 grammes de carbonate de chaux ou un gramme d'hydrogène (à 0°C., et sous la pression de 760 millimètres).

Le gazogénomètre Cottrait peut s'appliquer également à l'analyse des nitrates. A cet effet on introduit dans le flacon-laboratoire :

1° Un volume déterminé de la solution à essayer, par exemple 20 centimètres cubes ;

2° De la poudre d'argent précipité en quantité au moins deux fois équivalente à celle du nitre supposé. On introduit dans le tube-godet de l'acide sulfurique à 66 degrés Baumé un volume égal à 1 1/2 fois celui de la solution employée. Ensuite on remplit le flacon d'acide carbonique de manière à chasser tout l'air qu'il contient. (Il est bon de recouvrir la solution d'une légère couche d'huile minérale peu volatile pour éviter l'absorption de l'acide carbonique.)

Puis on opère de la même manière que pour les carbonates. Le gaz dégagé est le bioxyde d'azote qui pèse 1,343 grammes par litre à 0° C. et à 760 millimètres de pression.

Comme cet essai indique à la fois l'acide nitrique et l'acide nitreux, il convient de faire un nouvel essai, après avoir éliminé l'acide nitreux par une ébullition avec l'acide acétique (prolongée pendant 10 ou 15 minutes).

La poudre d'argent peut être remplacée par la poudre porphyrisée de cuivre galvanique.

On peut aussi employer, d'après **Schulze**, la poudre d'aluminium et de la lessive de potasse, ou bien, d'après **Krocker et Dietrich**, du zinc et de l'acide sulfurique étendu de 20 fois son volume d'eau. Dans les deux cas, l'eau est décomposée, il se forme de l'oxygène qui se porte sur le métal et de l'hydrogène naissant qui se porte sur l'oxygène et l'azote des combinaisons nitriques pour former de l'eau et de l'ammoniaque. Le volume d'hydrogène qui reste libre, comparé à celui qui aurait dû être obtenu par le poids donné du métal, permet de calculer la quantité d'azote qui se trouvait dans le liquide examiné. Dans tous ces derniers cas, il est nécessaire de débarrasser la solution qu'il

s'agit d'examiner, complètement de l'acide carbonique et de l'air, en la soumettant à une ébullition préalable.

Notons qu'un équivalent d'azote exige 8 équivalents d'hydrogène, soit près de 90 litres à 0° C. et à 760 millimètres de mercure. En raison de cet énorme volume, il est facile de constater les plus petites quantités de nitrates.

L'appareil de Cottrel peut également être employé pour doser les acides libres dans les liqueurs colorées. A cet effet on introduit dans le flacon la solution à essayer et dans le tube-godet un carbonate alcalin. On opère comme précédemment.

GAZ CARBONIQUE.

On connaît l'appareil construit par le **Dr Scheibler** pour déterminer la quantité d'acide carbonique contenue dans le gaz des fours à chaux. Cet appareil a été modifié par **D. Sidersky** (*) (fig. 289).

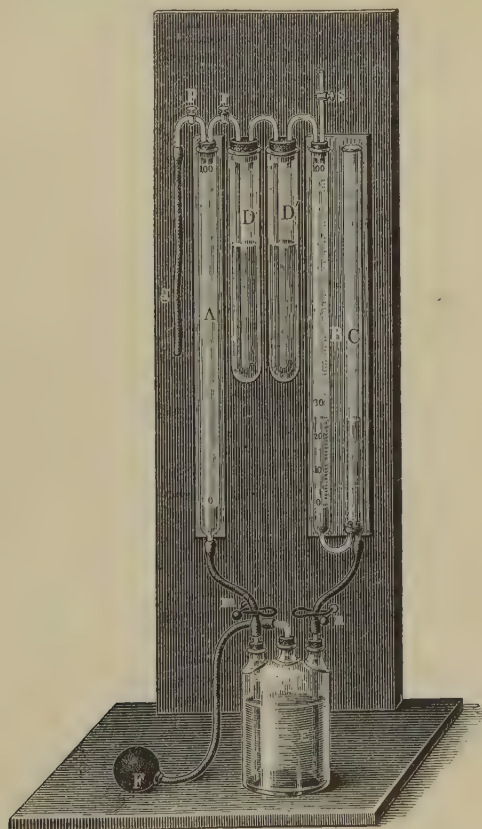


Fig. 289.

Le gaz à analyser arrive par le tuyau en caoutchouc *g* dans le cylindre en verre *A* qui comprend un volume de 100 centimètres cubes, entre les deux traits marqués par 0 et 100. Ce cylindre a été préalablement rempli d'eau qui, par

(*) Z. 33, p. 949.

suite de l'arrivée du gaz, s'écoule dans la bouteille de Woolf, E. Quand le niveau de l'eau s'est abaissé dans le cylindre A jusqu'à la marque O, on ferme le robinet *p* et on ouvre les robinets *r* et *s* de manière à ramener le gaz à la pression ordinaire. Puis on ferme le robinet *s* et on fait rentrer l'eau dans le cylindre A en pressant le ballon en caoutchouc F. Le gaz traverse alors les deux éprouvettes D et D' remplies en partie d'une solution de potasse caustique, et passe dans le cylindre en verre B. Ce cylindre est gradué en 100 centimètres cubes de façon que chaque division de l'échelle correspond au volume de 1 centimètre cube, il communique avec un autre cylindre en verre C. A mesure que le gaz privé d'acide carbonique entre dans le cylindre B, on fait écouler l'eau dans la bouteille de Woolf, E, de manière à maintenir le même niveau dans les deux cylindres B et C. Quand tout l'eau est remontée au trait 100 du cylindre A, on lit sur l'échelle du cylindre B le volume de l'eau qui y est restée, lequel est égal au volume de l'acide carbonique absorbé dans les éprouvettes D et D'. Dernièrement Sidersky a modifié un peu la disposition des éprouvettes D et D' dans le but de pouvoir les remplir et les vider plus facilement.

ANALYSE DE LA STRONTIANE.

Depuis que le travail des mélasses par la strontiane a fait son entrée dans la pratique, l'analyse de la strontiane présente également de l'intérêt pour l'industrie sucrière.

D. Sidersky (*) a proposé une nouvelle méthode pour séparer la strontiane et la chaux. Il dissout environ 200 grammes de sulfate d'ammoniaque et 30 grammes d'oxalate d'ammoniaque dans un litre d'eau. Ce mélange est ajouté à chaud à une solution neutre de la matière qu'il s'agit d'analyser. Il se forme alors de l'oxalate de chaux et du sulfate de strontiane. On filtre et on fait digérer le résidu avec de l'acide chlorhydrique dilué. L'oxalate de chaux se dissout alors, et le sulfate de strontiane qui est presque insoluble reste sur le filtre. Cette méthode est basée sur l'observation qu'un mélange de sulfate et oxalate d'ammoniaque ne précipite dans les solutions des sels de chaux que l'oxalate de chaux et aucune trace de sulfate de chaux. Dans les solutions de strontiane, au contraire, elle ne précipite que du sulfate de strontiane et aucune trace d'oxalate de strontiane.

Iwan Bogomoletz (**) a vérifié la méthode de Sidersky et a trouvé qu'elle n'est pas applicable à froid, car il se forme alors aussi de l'oxalate de strontiane ; mais l'excès du sulfate d'ammoniaque décompose ce sel à chaud. Il faut donc opérer toujours *à l'ébullition*. Dans ce dernier cas la méthode de Sidersky donne de très bons résultats.

ALCALIMÉTRIE.

Le Dr **Degener** (***) a découvert il y a quelque temps un réactif qu'il appelle phénacétoline, à l'aide duquel on peut doser séparément les alcalis caustiques et les carbonates alcalins contenus dans un mélange de ces deux matières.

(*) N. Z. X, p. 33.

(**) N. Z. XIV, n° 4.

(***) Z, 33, p. 146.

Ce réactif se dissout dans les alcalis caustiques en produisant une couleur jaune claire (avec formation de sels bibasiques), et dans les carbonates alcalins et les terres alcalines en produisant une couleur rouge (avec production de sels monobasiques). Ainsi, si l'on ajoute à un mélange de baryte caustique et de carbonate de baryte, par exemple, quelques gouttes d'une solution de phénacétoline et si l'on ajoute peu à peu de l'acide dilué, la couleur devient d'un rouge de plus en plus intense, mais redevient plus pâle au bout de quelque temps de repos. Quand toute la baryte a disparu et que l'acide commence à attaquer le carbonate de baryte, une ou deux gouttes d'acide n'augmentent plus l'intensité de la coloration. La couleur disparaît au contraire momentanément, pour reparaitre au bout de quelques secondes. Quand l'opération approche de sa fin, tout le carbonate alcalin suspendu se dépose comme précipité rouge, et la solution, de rouge qu'elle était, devient incolore.

Le Dr **G. Lunge** a répété les essais de Degener et a trouvé que l'opération n'offre pas tant de difficultés qu'on aurait pu le supposer d'après la description de Degener, et qu'elle donne des résultats très exacts pour le dosage de la chaux caustique. Au commencement de l'opération, quand on n'a pas encore ajouté assez d'acide, la liqueur devient jaune à l'endroit où l'acide tombe, puis redevient instantanément rouge.

Au moment où l'on arrive presque au point neutre, il se passe quelques secondes avant que la liqueur redevienne rouge; quand on a passé le point neutre, le liquide reste jaune.

Pour doser un mélange de soude et de carbonate de soude, Degener détermine l'alcalinité totale. Puis il ajoute du chlorure de baryum, fait bouillir, filtre et détermine l'alcalinité dans la liqueur filtrée, laquelle correspond à celle de la soude caustique. Le carbonate de soude s'obtient par différence.

Lunge préfère la méthode suivante :

On verse dans la solution alcaline quelques gouttes du réactif indicateur, ni trop, ni trop peu, de manière à ce que le liquide prenne une coloration légèrement jaunâtre, puis on ajoute de l'acide normal. On ne s'occupe pas de ce que la liqueur devient momentanément jaune à la place où l'acide tombe. On observe seulement le moment où la coloration devient d'un rose pâle. Toute la soude caustique est alors saturée, et on note la quantité d'acide employée. On ajoute ensuite plus d'acide; la couleur devient rouge, puis rouge jaunâtre, enfin elle se change brusquement en jaune d'or. Tout le carbonate de soude est alors saturé. La réaction est très sensible.

La méthode de Lunge donne, d'après les expériences faites par lui, des résultats très précis, à moins qu'on opère sur une solution qui contienne très peu de carbonate en présence de beaucoup de soude caustique. Dans ce dernier cas, la méthode de Degener est préférable.

En tout cas, l'emploi du phénacétoline exige une certaine habitude.

A. Gawalowki (*) a découvert un indicateur qui présente trois réactions caractéristiques, tandis que les indicateurs usuels n'en présentent que deux. Cet indicateur s'obtient en mélangeant des solutions alcooliques de phé-nophthaléine et de diméthyl-aniline-orange. Ce réactif devient « rouge foncé »

(*) Z. XI, p. 92.

par un petit excès d'alcali, rose, par un petit excès d'acide, et « jaune citron » dans une solution tout à fait neutre.

APPAREILS DE LABORATOIRE.

Dans beaucoup de fabriques il n'existe pas encore l'éclairage au gaz, et il devient alors bien difficile pour le chimiste, d'analyser les cendres d'un sucre ou de faire d'autres analyses qui exigent une température élevée. La lampe de Berzélius, à laquelle on a souvent recours dans ce cas, ne donne pas une chaleur suffisante et l'emploi des produits de la distillation du naphthe, appelés ligroïne, gazoline, etc., est fort dangereux. Il a été prohibé par plusieurs

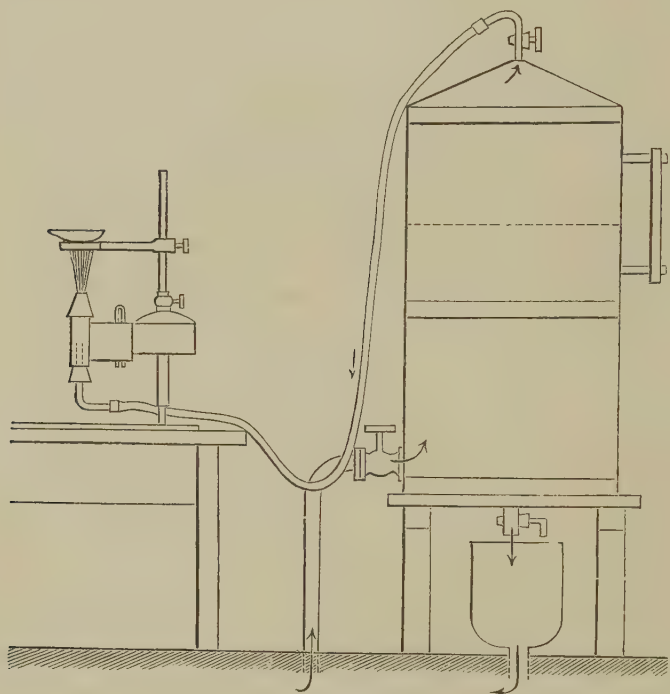


Fig. 290.

sociétés d'assurances, surtout dans le cas où le laboratoire, comme cela arrive souvent, se trouve au milieu de la fabrique même. Il n'est pas pratique non plus de produire du gaz à la houille exclusivement pour l'usage du laboratoire.

C. Morgenstern (*) (*Vienne*) propose l'emploi d'un petit appareil produisant du gaz d'éclairage au moyen des huiles. Il se compose de 3 parties, savoir :

a) Le four, construit en briques réfractaires et ordinaires, entourées d'un manteau en tôle, à l'intérieur duquel se trouve une cornue en fer forgé. La

(*) O. 21, p. 317.

fumée s'échappe dans une cheminée quelconque. Le réservoir d'huile est placé au-dessus de ce four ;

b) L'appareil épurateur, composé d'un laveur, d'un scrubber et d'un épurateur à eau, placés les uns au-dessus des autres. Les différentes parties de cet appareil peuvent être enlevées pour le nettoyage, sans qu'il soit nécessaire de défaire une seule vis ;

c) La cloche à gaz en tôle, suspendue sur 4 rouleaux-guides et placée dans un bassin plein d'eau.

On chauffe la cornue pendant une demi-heure au rouge cerise, puis on ouvre le robinet pour laisser écouler l'huile en mince filet. Le gaz épuré passe dans la cloche. Le goudron est recueilli dans un seau.

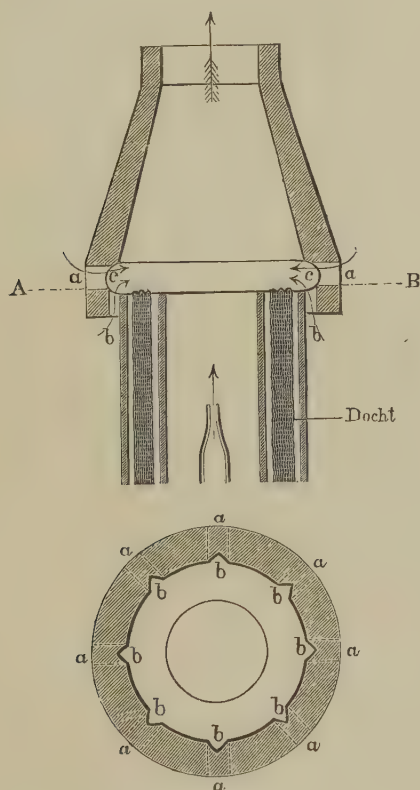


Fig. 291.

Toute la manipulation est simple et peut être conduite facilement par n'importe quel ouvrier ; elle est absolument sans danger.

Fr. Pirschl (*) (à *Freiheitsau, Bohême*) a essayé d'atteindre le même but d'une autre façon.

(*) O. 21, p. 141.

Il se sert d'une simple lampe à alcool de Berzélius dans laquelle on fait arriver un courant d'air comprimé.

A cet effet, on place dans le laboratoire, sur bâti solidement établi, un cylindre en fer blanc. (Fig. 290). Près du fond se trouve une soupape communiquant avec un tuyau qui amène l'eau sous pression, du réservoir le plus élevé de la fabrique. Au-dessus du cylindre se trouve soudé un tuyau muni d'un robinet.

L'air comprimé par l'entrée de l'eau passe de là par un tube en caoutchouc en dessous d'une lampe de Berzélius fermée à sa partie inférieure par un bouchon. Un petit tube en verre, entrant à sa partie inférieure dans le caoutchouc, et dont la pointe est effilée à sa partie supérieure, passe à travers le bouchon et active le courant de la lampe qui est chauffée au moyen d'alcool. Il en résulte une flamme très large, mais soumise à des oscillations. On la rend régulière en surmontant la lampe d'un cône en stéatite que l'on peut découper au besoin soi-même. (Voir les détails de cette disposition, fig. 291.)

Quand le cylindre en fer-blanc est plein d'eau, ce que l'on observe au moyen d'un tube du niveau, on fait écouler l'eau par un robinet inférieur, en ouvrant en même temps un autre robinet pour l'entrée de l'air.

Cet appareil permet d'incinérer 3 grammes de sucre en 30 minutes, et les frais de chauffage ne dépassent pas 20 centimes par heure.

Quand les capsules en plâtre sont très grandes, on peut leur donner une forme ovale, de manière à ménager une sortie au gaz de combustion de la lampe.

P. Townsend Austen (*) a proposé de débarrasser les filtres complètement de leurs cendres, en les traitant d'abord par l'acide chlorhydrique dilué et puis pendant 4 à 8 jours par un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide fluorhydrique. C. Schleicher et Schüll (Düren, Prusse Rhérane) préparent, d'après cette recette du papier qui ne contient que 12 milligrammes de cendres pour un filtre dont le diamètre est égal à 9 centimètres. Les filtres paraissent solides.

(*) N. Z. XI., p. 55.

CHAPITRE III

POLARIMÉTRIE. RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE.

VÉRIFICATION DU POLARIMÈTRE.

La première condition pour arriver à des résultats exacts au moyen de la polarisation, c'est de se servir d'un polarimètre vérifié en tous points.

Après avoir réglé l'appareil au point 0, il faut avant tout vérifier le point 100. Cela se fait, en dissolvant le poids normal de sucre absolument pur et sec dans de l'eau distillée, de manière à former un volume total de 100 centimètres cubes, et en polarisant la solution. (Il est inutile d'observer que cette opération exige beaucoup de précautions).

Toutefois cette vérification ne suffit pas, parce que des inégalités dans les plaques de quartz ou d'autres défauts dans l'appareil se présentent souvent, d'où il résulte que les points intermédiaires ne correspondent pas exactement aux degrés de l'échelle, malgré que l'appareil soit réglé aux points 0 et 100.

Cette vérification des points intermédiaires offrait jusqu'ici beaucoup de difficultés.

Fr. Schmidt et Haensch (*) (*Berlin*) ont facilité cette vérification par la construction d'un nouveau tube d'observation destiné au contrôle du saccharimètre (fig. 292).

Cet appareil se compose du tube principal *A*, dont l'extrémité *E* peut être fermée, comme cela a lieu pour les tubes d'observation ordinaires, au moyen d'un obturateur et d'une bonnette, et d'un autre tuyau *B* fermé de la même manière. — Au moyen d'une roue dentée et d'une crémaillère, les deux tubes *A* et *B* peuvent s'emboîter l'un dans l'autre, à la façon des tubes d'un télescope, de manière à ce que la longueur de la colonne liquide qui se trouve entre les deux obturateurs peut être variée à volonté. Cette longueur est indiquée sur une échelle munie d'un vernier. Quand on veut remplir le tube d'une solution sucrée, on remplace l'entonnoir *F* par une vis métallique et on allonge le tube pendant le remplissage le plus possible. Puis on replace l'entonnoir *F* qui recueille le liquide déplacé.

(*) O. 21, p. 936.

A l'aide de ce tube de contrôle il est facile de vérifier n'importe quel point du polarimètre, puisque l'indication de l'instrument doit être proportionnelle à la longueur du tube d'observation. Les légères différences constatées par Schmitz et Tollens peuvent être négligées en pratique. Ce tube de contrôle, à longueur variable, permet, en outre, l'emploi de la méthode de vérification inventée par le D^r Scheibler (*), pour contrôler la polarisation des sucres bruts, méthode qui consiste à préparer une seconde solution sucrée polarisant exactement 100 degrés. La préparation de cette seconde solution est rendue inutile par ce tube de contrôle ; il suffit d'allonger celui-ci jusqu'à arriver à la polarisation 100, et de lire sur l'échelle la longueur de la colonne liquide. Il va sans dire que l'on ne peut vérifier toute l'échelle du polarimètre au moyen d'une solution de sucre normale, mais on y parvient facilement, en étendant ensuite cette solution de moitié, au quart, etc.

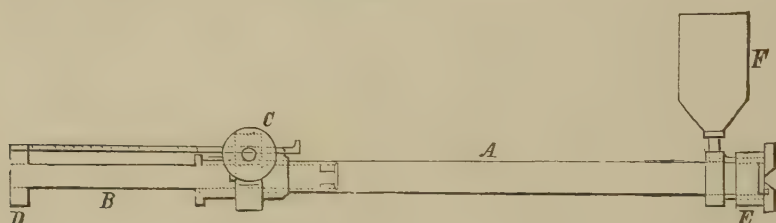


Fig. 292.

DÉFAUTS DANS L'OBSERVATION AU POLARIMÈTRE.

Kohlrausch (**) (Vienne) a remarqué que les résultats de la polarisation varient parfois selon la position du tube d'observation, même si celui-ci n'est rempli que d'eau distillée. Ainsi on observe des différences dans la polarisation quand on donne au tube un mouvement de rotation autour de son axe, ou quand on le retourne bout à bout.

Il attribue ce fait aux causes suivantes :

- 1.) Le liquide n'est pas suffisamment homogène, ce qui a pour effet de déplacer l'axe optique d'un appareil, aussi bien construit qu'il soit ;
- 2.) La présence d'impuretés dans le tube d'observation. Ces impuretés se dissolvent lentement dans l'eau, en rendant la solution peu homogène, et, si elles contiennent du sucre, en augmentant peu à peu la polarisation du liquide ;
- 3.) Les obturateurs n'ont pas des faces exactement parallèles entre elles ;
- 4.) Les extrémités du tube d'observation ne sont pas découpées verticalement à l'axe, de sorte que les obturateurs occupent des positions obliques.

On constate l'un de ces deux derniers défauts, en tournant rapidement le tube d'observation autour de son axe, le liquide paraît alors être animé d'un mouvement giratoire ;

5.) Les obturateurs ont eux-mêmes une action sur le plan de polarisation, soit que le verre ait directement une action polarisante, soit qu'il l'acquière par un serrage trop fort.

(*) Z. 20, p. 223.

(**) O. 21, p. 937.

Ce dernier fait a été constaté également par **Scheibler** et **Degener**(^{*}).

Enfin une influence nuisible sur la polarisation a été constatée quand les obturateurs ont des surfaces grattées ou qu'ils présentent des fentes à l'intérieur.

Pour les analyses de sucre qui doivent être faites très exactement, il est bon de recommencer l'observation plusieurs fois, en tournant le tube autour de son axe et en le retournant bout à bout.

MODIFICATIONS DE CONSTRUCTION.

Les tubes d'observation qui servent à la polarisation des jus sucrés étaient fermés précédemment par des bonnettes vissées au moyen desquelles les obturateurs sont pressés contre le tube.

Cette disposition n'est pas commode; et de plus elle a l'inconvénient de falsifier les résultats de la polarisation par suite de la pression inégale sur le verre, comme cela a été démontré par Scheibler et Degener. Cet inconvénient est évité dans les tubes d'observation construits par **J. et H. Sebek** (^{**}) [*Praque*] qui ont une fermeture à baïonnette, et dans lesquels le disque obturateur est maintenu au moyen d'un ressort.

Une disposition analogue a été adoptée par **L. Laurent** (^{***}) [*Paris*].

Le D^r **H. Landolt** (^{****}) (*Berlin*), décrit quelques modifications qu'il a apporté à la construction des polaristrobomètres du système **Lippich**. Son appareil est construit beaucoup plus solidement que les appareils ordinaires, et on peut y placer deux tubes d'observation à la fois. On peut y disposer aussi facilement un bain-marie. Enfin l'exactitude des résultats est notablement augmentée.

POLARIMÈTRE TRANNIN.

H. Trannin ([†]) (*Arras*) a construit un nouveau polarimètre qu'il appelle saccharimètre des râperies. Cet appareil n'est pas d'une sensibilité aussi grande que ceux de Schmidt et Haensch, de Laurent, etc., mais il peut donner cependant de bons résultats (à 1 % près) savoir notamment pour le service pratique des râperies. Il a l'avantage d'être moins compliqué que les autres polarimètres, et peut être confié, par suite, même à des mains moins habiles. Enfin son prix est moins élevé.

La figure ci-contre (fig. 293) représente cet appareil ainsi que ses principaux organes.

Le miroir *m* réfléchit vers le haut dans la direction de l'axe de l'instrument et par la lentille convergente *E* provenant d'une source de lumière quelconque (par exemple une lampe à gaz distante de 0^m40). Le polarisateur *U*, formé d'un prisme double de spath, se trouve dans un étui *H* qui peut se

(*) S. B. 11, n° 10.

(**) B. Z. VII, p. 149.

(***) Voir sa brochure.

(****) On trouvera les détails de cette construction remarquable Z. 33, p. 703 et dans le journal d'histoire naturelle « *Lotos* ». — Nous recommandons à cette occasion la lecture de l'ouvrage de Landolt : « *Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen.* »

(†) Bulletin de la société industrielle du Nord de la France 1884, p. 107.

déplacer verticalement, en dessous du polariscope S composé de deux plaques en quartz de même épaisseur ayant la forme de demi-cercles. Le tuyau M qui sert à recevoir la solution sucrée est fermée à sa partie inférieure par une plaque en verre G. Il est fixé dans l'anneau L et peut être déplacé verticalement au moyen de la vis régulatrice *p*.

Le tuyau A porté par l'anneau P qui est fermé à sa partie inférieure par la lentille plan-convexe *l* plonge dans la solution sucrée et sert, par conséquent, à faire varier l'épaisseur de la couche du liquide observé. Cette épaisseur est indiquée au moyen d'une échancrure F sur une échelle *d* gravée sur la colonne C.

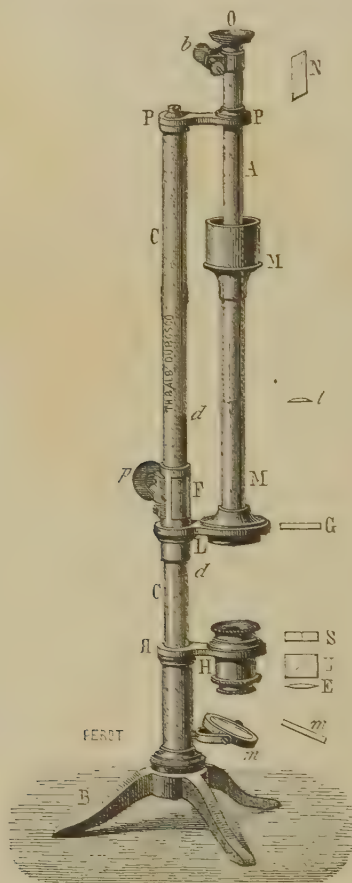


Fig. 293.

Un prisme de Nicol N faisant l'office d'analyseur est fixé à la partie supérieure du tuyau A et peut être tourné à volonté au moyen d'une vis régulatrice *b*. L'observation se fait par la partie élargie O.

Avant d'employer cet instrument, on le vérifie en remplaçant le tuyau M par une plaque en quartz ayant une épaisseur de 0,301^{mm}, et placée dans un étui. Si l'appareil est bien réglé, on aperçoit une seule raie noire au milieu du champ.

Sinon on voit deux demi-raies, l'une en haut et l'autre en bas, et plus ou moins distantes l'une de l'autre. On règle alors l'appareil par le déplacement de la vis *b*. Puis on verse dans le tuyau mobile M 20 à 25 cc. de la solution sucrée claire. On met le tuyau en place et on règle au moyen de la vis *p* jusqu'à réunir les deux raies visibles dans le champ. Enfin, on observe l'échelle *d* et on connaît alors la richesse saccharine de la solution.

MÉTHODE PAR INVERSION.

H. Reichardt et **C. Bittmann**(*) ont constaté dans certaines mélasses provenant du procédé à la strontiane (voir cette Revue, page 252) la présence d'un corps inconnu qui polarisait fortement à droite, de sorte que ces mélasses paraissaient contenir une somme de sucre + cendres + eau dépassant 100 %, et qu'il ne restait aucune différence pour les matières organiques. Ce corps inconnu paraît être un hydrocarbure qui ressemble beaucoup au sucre. Il était impossible de le précipiter ni par l'acétate de plomb basique, ni par l'acétate de plomb acide, ni par l'alcool, ni par le hydrate d'alumine, ni par une filtration sur le noir, ni par une solution cuivrique alcaline (d'après la méthode d'Eissfeldt et de Follenius). L'inversion et la détermination par la liqueur Fehling ne donnaient pas non plus des résultats satisfaisants. De même, on ne peut trouver des indications précises sur ce corps ni par l'osmose ni par la fermentation.

Les auteurs ont essayé alors la vieille méthode de Clerget, abandonnée depuis longtemps, consistant à polariser la solution d'abord directement, et puis après avoir interverti le sucre. Ils ont trouvé que cette méthode avait donné jadis de mauvais résultats uniquement parce qu'on avait employé du sous-acétate de plomb pour clarifier la solution intervertie, ce qui était la cause d'erreur. En évitant l'emploi de ce réactif on obtient de bons résultats par cette méthode.

Voici comment il faut opérer :

On dissout le poids normal (26,048 gr. resp. 16,19 gr.) du produit sucré qu'il s'agit d'analyser dans de l'eau et on complète jusqu'à 100 cc. Puis on polarise 50 cc. de cette solution après l'avoir épurée par du sous-acétate de plomb, du tannin (**), etc. On ajoute aux 50 cc. qui sont restés dans le ballon 5 cc. d'acide chlorhydrique pur concentré, on agite et on place le ballon pendant 15 minutes dans un bain-marie, chauffé à la température de 67° à 70° cent.

On complète à 100 cc., après avoir refroidi la solution jusqu'à la température de l'air ambiant du laboratoire. Puis on ajoute au besoin 0,5 à 1,0 gr. de noir animal pulvérisé, on agite et on fait passer la solution par un double filtre. La solution est polarisée de nouveau et le résultat calculé d'après la formule de Clerget

$$S = \frac{100 (P + P')}{144 - 0,5 t}$$

dans laquelle :

S = la quantité de sucre contenue dans 100 gr. du produit à analyser ;

P = la polarisation à droite avant l'inversion ;

(*) Z. 32, p. 764.

(**) Voir page 458 de cette Revue.

P' = la polarisation à gauche après l'inversion ;

t = la température de la solution pendant la dernière observation.

Les auteurs ont constaté que cette méthode réussit très bien en présence de la dextrose, dont le pouvoir rotatoire n'est pas modifié par l'inversion. La présence de la dextrose n'a pas non plus d'influence sur l'inversion du sucre de canne. Il est préférable d'opérer dans des tubes en verre. Quand on veut opérer dans un tube métallique, il faut neutraliser préalablement la solution intervertie par du carbonate de potasse ou de soude, et puis ajouter quelques gouttes d'acide acétique, pour empêcher que la présence des carbonates alcalins puisse modifier la polarisation.

Comme exemple de l'application de cette méthode, nous donnons l'analyse suivante d'une masse cuite essayée par la méthode polarimétrique ordinaire et par la méthode d'inversion :

	Méthode ordinaire.	Méthode par inversion.
Sucre.	80,70	74,24
Eau	22,70	22,70
Sels	1,89	1,89
Matières organiques	—	1,17
	105,29	100,00

Ce résultat n'a pas besoin, pensons-nous, de commentaires.

K. Zulkowsky (*) fait observer que la formule de Clerget employée par Reichardt et Bittmann n'est pas exacte, parce qu'on n'y tient pas compte de la température de la solution avant l'inversion.

Si nous appelons :

P = la polarisation à droite de la solution sucrée avant l'inversion.

t = la température ($^{\circ}$ cent.) de cette solution.

P' = la polarisation à gauche de la solution sucrée après l'inversion.

t' = la température de cette solution pendant la polarisation du liquide interverti.

S = La quantité de saccharose contenu dans 100 grammes du produit à analyser.

J = La quantité de sucre interverti contenu dans 100 grammes du produit à analyser.

s = La quantité de saccharose qui correspond à un degré du polarimètre (0,1619 pour l'appareil Laurent et 0,26048 pour l'appareil Venzke).

i = La quantité de sucre interverti contenu dans 100 centimètres cubes de la solution et correspondant à un degré saccharométrique pour la température t .

i' = la même valeur correspondant à la température t'

et si nous admettons qu'on a dissout le poids normal (16,19 gr., resp. 26,048 gr.) du produit à analyser dans 100 centimètres cubes d'eau, nous aurons la formule :

$$P = S - \frac{I s}{i}$$

(*) O. 21. p. 865. Nous avons dû modifier les formules, pour les rendre plus compréhensibles. F. S.

et comme 1 partie de saccharose produit 1,053 partie de sucre interverti :

$$P' = \frac{(1,053 S + J) s}{i'}$$

d'où nous déduisons :

$$S = \frac{i P + i' P'}{i + 1,053 s}$$

$$\text{et } J = \frac{i' P' - 1,053 S}{s}$$

Il s'agit alors de connaître encore les valeurs de i et i' .

Or, d'après **Tuchschmidt**, quand on dissout le poids normal de saccharose, après inversion, dans 100 centimètres cubes d'eau, on tourne le plan de polarisation à gauche de $(44,16 - 0,506^\circ)$.

Nous en déduisons donc les formules suivantes :

$$i = \frac{1,053 \times 100 s}{44,16 - 0,506 t}$$

$$\text{et } i' = \frac{1,053 \times 100 s}{44,16 - 0,506 t'}$$

II. Hellriegel (*Bernburg*) a fait contrôler la méthode d'inversion que nous venons de décrire, au moyen d'une solution de sucre pur, et il a trouvé que les résultats obtenus par l'inversion concordaient exactement avec ceux trouvés par la polarisation directe, à condition d'employer pour ces dernières la table corrigée de Schmitz. Il a appliqué alors cette méthode à l'analyse des betteraves, en ajoutant à la solution intervertie, d'abord 1 gramme et puis 2 grammes de noir animal et en laissant déposer pendant 6 à 12 heures, en agitant fréquemment. Les différences étaient alors assez considérables entre la méthode directe et celle par inversion et allaient jusqu'à 1 % de sucre. Les liqueurs filtrées devenaient parfois troubles ou d'une couleur foncée et se laissaient difficilement polariser.

LE DOSAGE DU SUCRE AU MOYEN DE LA RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE.

F. Strohmer (*) a proposé un nouveau moyen pour doser le sucre en déterminant l'indice de réfraction des solutions sucrées qu'il s'agit d'analyser.

Pour déterminer l'indice de réfraction d'un corps quelconque, on lui donnait autrefois la forme d'un prisme, et on déterminait la déviation minimum Ao . Si nous appelons B l'angle réfracteur du prisme, on trouve l'indice de réfraction :

$$N = \frac{\sin 1/2 (Ao + B)}{\sin 1/2 B}$$

E. Abbe s'est basé plus tard sur le principe de la réflexion totale, pour

(*) O. 21, p. 925.

construire un appareil qui permet de déterminer facilement l'indice de réfraction d'un liquide (fig. 294).

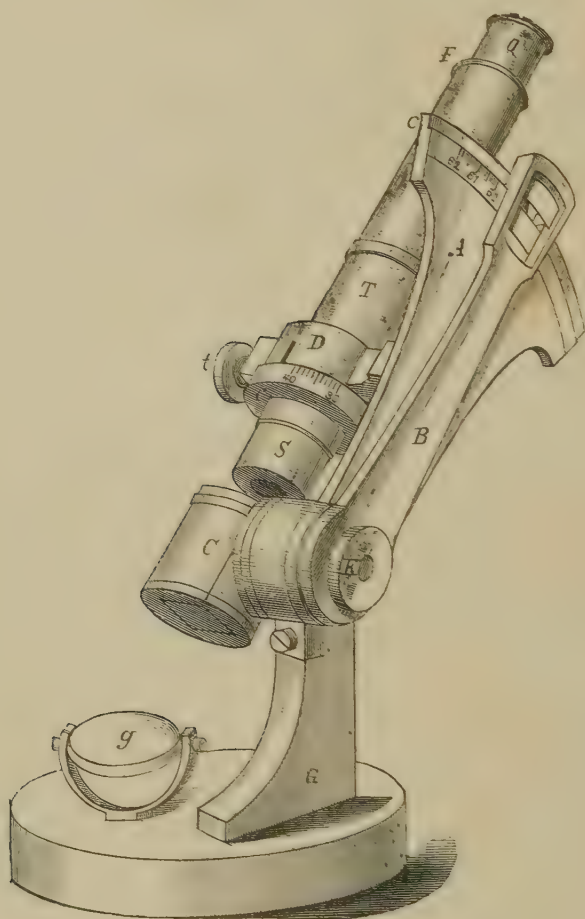


Fig. 294.

La partie principale de cet appareil se compose de deux prismes en verre C réunis par des crochets (fig. 295), et séparés entre eux par quelques petites bandes de papier. L'action des deux prismes se comprend aisément à l'inspection de la figure 296.

Admettons que le liquide qu'il s'agit d'analyser, se trouve placé en A B D F entre les deux prismes A B C et D E F, et que ceux-ci soient séparés par des bandes de papier placées en A D et B F. Supposons ensuite qu'un rayon lumineux tombe d'un miroir réflecteur dans la direction G L sur l'un des prismes, ce rayon passera par les deux prismes dans la direction G H et sortira suivant la direction H O parallèle à G L. Si maintenant G H est la direction pour laquelle la déviation minimum a lieu, il en résulte que tous les rayons qui arrivent sous un angle encore plus oblique, tel que $a b$, subiront la réflexion

totale, alors que les autres rayons moins obliques passeront par les deux prismes. Dans ce dernier cas, le champ paraît lumineux quand on observe par exemple en O' , mais paraît obscur quand on observe en O'' . Or, si nous plaçons une petite lunette astronomique dans le prolongement de la direction



Fig. 295.

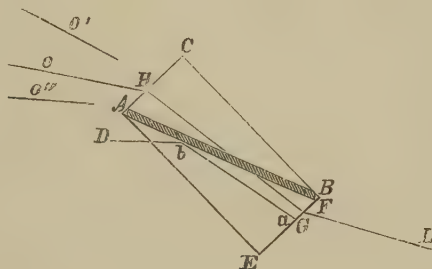


Fig. 296.

O H, nous verrons la moitié supérieure du champ lumineuse et la moitié inférieure obscure. Quand on tourne le prisme autour d'un axe perpendiculaire à sa section principale, la limite de l'ombre et de la lumière se déplacera et passera dans un certain moment par le milieu du champ, formé par un réticule double (fig. 297).

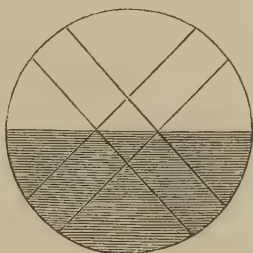


Fig. 297.

Ces notions connus, passons à la description de l'appareil d'Abbe (fig. 294).

C contient le double prisme dont nous venons de parler et qui peut tourner autour de son axe K au moyen de l'alidade B; une échelle marquée sur le secteur A indique le degré de rotation. En dessous du double prisme C se trouve le miroir réflecteur g qui éclaire ce prisme. L'observation se fait par la lunette astronomique o .

En outre, l'appareil comporte un compensateur composé de 2 prismes d'Amici S et T qui servent à décomposer la lumière blanche, de manière à ce que les rayons jaunes seuls puissent pénétrer dans le champ. Cela est indispensable, parce que les rayons des différentes couleurs ne se réfractent pas au même degré. Chaque prisme d'Amici (fig. 298) se compose d'un prisme en flintglass C (ou F) et de deux prismes en crownglass A et B (ou D et E). La lumière blanche qui entre dans le prisme I y est décomposée; les rayons jaunes passent en ligne droite suivant Lx , tandis que les rayons rouges sont

déviés par le prisme I suivant r et les rayons violets suivant v . Si nous appelons d l'angle de déviation de ces derniers, cet angle deviendra $2d$ après le passage par le deuxième prisme d'Amici II. Si maintenant on fait tourner l'un des deux prismes de 90° autour de l'axe Lx , les deux prismes agiront en sens inverse et la dispersion des rayons deviendra nulle. En faisant tourner l'autre prisme également de 90° en sens inverses, la dispersion deviendra négative (égale à $-2d$). On peut donc régler à volonté la dispersion des rayons par la rotation des deux prismes au moyen de l'engrenage t (fig. 294).

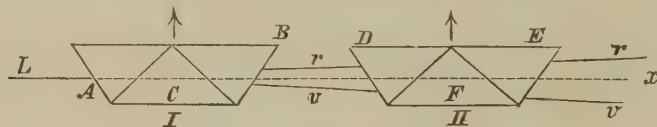


Fig. 298.

Pour faire l'essai d'une solution sucrée, on enlève le prisme supérieur C (fig. 294 et 295) et on fait tourner le prisme inférieur de manière que sa plus grande surface devienne horizontale. On place sur ses bords des bandes étroites de papier, et on verse au milieu de la surface une seule goutte (environ $0,1^{m3}$) du liquide à essayer. puis on replace le deuxième prisme. On observe par la lunette o en donnant l'éclairage convenable au moyen du miroir g , et en faisant tourner l'alidade B, de manière à ce que la limite de la lumière et de l'ombre arrive approximativement dans le réticule double. On règle ensuite la dispersion des rayons par l'engrenage t , pour pouvoir observer ce point plus exactement, et on lit le résultat sur l'échelle du secteur A.

Dans le cas où la température du liquide analysé est de $17\frac{1}{2}^\circ$ cent, on peut déduire la quantité de sucre contenue dans la solution, en se servant de la table suivante dont nous donnons ici les chiffres principaux :

Indice de réfraction.	Sucre pour 100 grammes.	Densité.
1.3331	0	1.0040
1.3407	5	1.0200
1.3474	10	1.0404
1.3542	15	1.0614
1.3614	20	1.0832
1.3765	30	1.1295
1.3928	40	1.1794
1.4105	50	1.2329

Il est facile de compléter au besoin cette table par des interpolations.

Si la température n'est pas de $17\frac{1}{2}^\circ$ cent. on en tient compte en faisant usage de la formule suivante donnée par Rühlmann et qui a été calculée par l'eau :

$$n = 1,33374 - 0,000002014 t^2 + 0,000000000514 t^4$$

Comme la goutte du liquide introduit entre les prismes prend instantanément la température de l'appareil, il suffit de prendre comme température du liquide celle de l'air ambiant.

CHAPITRE IV

DOSAGE DU SUCRE AU MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES

Nous devons à **Soxhlet** (*) des recherches étendues et soigneuses concernant l'action du glucose sur les liqueurs cuivriques alcalines. Des expériences nous démontrent que les résultats dépendent en premier lieu de la concentration de la liqueur Fehling et, ensuite, de la quantité de cuivre qui est encore contenue en solution après l'action du glucose sur la liqueur. Ainsi il trouve, pour ce qui concerne la concentration, que l'équivalent de glucose dans une solution de 1 % réduit 10, 1 équivalents d'oxyde de cuivre (CuO) d'une liqueur de Fehling non diluée. Si on dilue avec le même volume d'eau, la réduction ne comprend que 9,9 équivalents; en diluant avec deux volumes d'eau, 9,8 équivalents de CuO; et enfin, en diluant avec trois à quatre volumes d'eau, seulement 9,7 équivalents de CuO. Si la solution contient un excès de cuivre, par exemple une quantité double de celle qui serait nécessaire pour décomposer le glucose présent, on trouve que ce glucose réduit 0,65 à 0,75 équivalents de CuO en plus. C'est pour cette dernière raison que Soxhlet préfère le dosage du glucose par voie volumétrique, tel qu'il l'indique, à la méthode dans laquelle on pèse le CuO réduit, car, en employant cette dernière, il y a toujours un excès de cuivre en solution.

La méthode de Soxhlet consiste à ajouter en une fois toute la quantité de solution sucrée nécessaire pour précipiter le cuivre. Cette quantité ne peut se trouver que par tâtonnement. A l'aide d'une pipette on laisse couler dans la liqueur Fehling la quantité de solution sucrée, quantité qui pour tous les essais correspondants reste toujours la même. Après avoir fait bouillir, on filtre et regarde au moyen du ferrocyanure de potassium et de l'acide acétique s'il se trouve encore du cuivre en solution. Si la formation du précipité caractéristique pour le cuivre a lieu, on emploie pour le second essai une quantité de liqueur cuivrique plus petite. On continue ces essais jusqu'à ce que l'on n'observe plus la présence de cuivre dans le liquide filtré, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on ait trouvé la quantité de cuivre correspondante au sucre contenu dans les centimètres cubes de liquide mesurés dans la pipette. La méthode

(*) *Chem. Centralblatt* 1878, p. 218.

exige beaucoup de soins et de temps, mais elle a l'avantage d'être plus exacte que la méthode ordinaire.

Märcker (*) a trouvé plus tard que le changement du pouvoir réducteur du glucose, qui est occasionné par un excès de cuivre en solution, était régulier et que, par conséquent, il était possible de le calculer. Dans ce cas on peut donc employer avec la même exactitude la méthode qui consiste à peser le cuivre réduit. Voici la formule que Märcker déduit de ces expériences :

$$y = -19,16 + 2,689 x - 0,006742 x^2,$$

dans laquelle y représente la quantité de cuivre trouvée (ce cuivre est pesé comme cuivre métallique et non à l'état d'oxyde), x la quantité de sucre cherchée.

Cette formule n'est exacte que pour des quantités de glucose variant entre 66^{mg}7 et 111^{mg}1.

Basé sur ces expériences, **Allihn** (**) a entrepris de calculer une formule générale et de rendre la méthode du dosage du glucose par le pesage du cuivre aussi pratique et aussi exacte que possible.

Il employait pour ses essais du glucose obtenu par l'intervention, au moyen de l'acide chlorhydrique, du saccharose dans une solution alcoolique. Ce glucose fut purifié par cristallisation dans l'alcool méthylique et puis séché à 100°.

Pour la solution cuivrique il a employé la formule suivante : 173 grammes sel de seignette et 125 grammes d'hydrate de potasse dans 500 centimètres cubes, 34^{gr}6 de sulfate de cuivre (purifié par cristallisation) dans 500 centimètres cubes. Ces deux liqueurs étaient conservées séparément. Pour les différents essais, il observait toujours rigoureusement les mêmes conditions, savoir :

On introduit 60 centimètres cubes de la solution cuivrique (30 centimètres cubes de la solution du sel de seignette et 30 centimètres cubes de la solution du sulfate de cuivre) dans un verre d'une capacité d'à peu près 300 centimètres cubes et on chauffe sur une toile métallique ou dans un bain de sable jusqu'à l'ébullition. Dans cette liqueur, on laisse couler, au moyen d'une pipette, 25 centimètres cubes de la solution sucrée (la richesse de cette solution ne doit pas dépasser 1 %) en continuant à faire bouillir le liquide. Pour la filtration, Allihn emploie le filtre de **Soxhlet** (***) que l'on peut facilement préparer soi-même. A cet effet, on rétrécit un morceau de tube à combustion de 10 centimètres cubes à l'un de ces bouts jusqu'à la moitié du diamètre du tube. La partie large est remplie au quart avec de l'amiante fraîchement calcinée. Sous la couche d'amiante à la partie conique du tube on met un tampon formé de verre effiloché, qui doit empêcher l'entraînement des petites particules d'amiante pendant la filtration. Ce tube est pesé. On adapte ensuite à sa partie supérieure, au moyen d'un bouchon perforé, un petit entonnoir et met ce tube préparé ainsi en communication avec un aspirateur. Après avoir lavé plusieurs fois par décantation, on introduit l'oxyde de cuivre dans ce filtre et

(*) *Chem. Centralblatt* 1878, p. 584.

(**) *Z.* 32, p. 865.

(***) *Chem. Centralblatt* 1878, p. 221.

on lave à l'eau froide et plus tard à l'alcool et à l'éther afin d'accélérer la dessiccation. Dans ces conditions le desséchage dans un bain d'air ne demande pas plus d'un quart d'heure. La réduction de l'oxyde de cuivre en cuivre métallique se fait dans le tube même. On n'a qu'à fixer le tube dans une position inclinée au-dessus d'une flamme et faire passer en même temps un courant d'hydrogène sec. La réduction se fait à une température relativement basse et n'exige que quelques minutes. Elle est terminée quand le précipité a pris la couleur rouge caractéristique au cuivre et quand on ne voit plus de gouttelettes d'eau se condenser dans la partie froide du tube. Il faut laisser refroidir le tube dans le courant d'hydrogène avant de le peser.

L'auteur a exécuté de cette façon un certain nombre d'essais en laissant chaque fois réagir 25 centimètres cubes de liqueur sucrée de différentes compositions connues (de 250 mg. jusqu'à 10 mg.) sur 60 centimètres cubes de liqueur Fehling diluée de son volume d'eau. Il déduit de tous ces essais la formule suivante qui diffère de celle de Mäcker.

$$y = -2,5647 + 2,0522 x - 0,0007576 x^2.$$

Cette formule peut s'employer pour les liquides de toute concentration pourvu que l'on observe les conditions indiquées. Pour éviter le calcul de chaque analyse, l'auteur a déduit pour les valeurs de y les valeurs correspondantes de x et les a réunies dans une table.

Salomon (*) confirme les essais de Allihn. Il fait, de plus, une observation sur le pouvoir réducteur du sucre interverti. Soxhlet a le premier prétendu que le pouvoir réducteur du glucose était à peu près de 4 % plus élevé que celui du sucre interverti, c'est-à-dire du mélange de glucose et de lévulose. L'auteur a obtenu dans ses essais des résultats semblables. Il trouve que tandis que 0,250 grammes de glucose donnent 0,463 grammes de cuivre (d'après la méthode Allihn), la même quantité de sucre interverti n'en donnait que 0,447 grammes (en moyenne). Le pouvoir réducteur serait donc de 3,6 % plus élevé. Des recherches plus étendues ont donné le résultat surprenant, que ce pouvoir réducteur du sucre interverti augmentait avec la durée de l'ébullition et qu'il était égal à celui du glucose après une ébullition d'une demi-heure.

L'action du glucose sur la liqueur cuivrique en présence de la saccharose fut étudiée par **Meissl** (**) et plus tard par **Zulkowsky** (***).

Le sucre interverti seul réduit moins de cuivre que s'il se trouve en présence de la saccharose; car cette dernière prend toujours part à la réduction. De même la quantité de cuivre réduite par la saccharose est plus considérable en présence du sucre interverti, que celle réduite par la saccharose seule. Cette quantité n'est nullement proportionnelle à celle de la saccharose.

Le dosage exact du glucose en présence de la saccharose (cas qui se présente le plus souvent) devient donc extrêmement compliqué et difficile.

(*) *Repertoire der analytischen Chemie* 1881, p. 274 et 309.

(**) *Z.* 1879, 1034.

(***) *Berichte der oesterr. Gesellschaft für Förderung der chem.-Industrie* n° 2, par O. 1883, p. 469.

Même la méthode de Soxhlet que nous avons décrite à la page 517 est inexacte dans ce cas, car Meissl a prouvé qu'il suffit de faire bouillir pendant 2 minutes pour altérer le résultat.

Meissl a essayé de déterminer la relation qui existe entre la quantité de cuivre précipité, le sucre interverti et la saccharose, de la même façon que Allihn l'a fait pour fixer la relation entre le cuivre précipité et le glucose.

Se basant sur les résultats obtenus dans ces essais, Zulkowsky a construit la table suivante qui peut être employée pour un mélange de sucre de canne et de sucre interverti, dans le rapport de 90 : 10 jusqu'à 99 : 1.

Cuivre en milligrammes.	SUCRE INTERVERTI EN MILLIGRAMMES.									
	RAPPORT ENTRE LE SUCRE DE CANNE ET LE SUCRE INTERVERTI.									
	99 : 1	98 : 2	97 : 3	96 : 4	95 : 5	94 : 6	93 : 7	92 : 8	91 : 9	90 : 10
110	—	—	—	51.0	53.3	53.8	54.4	54.9	55.5	56.0
120	—	49.0	52.5	56.0	58.3	58.9	59.6	60.2	60.9	61.5
130	49.0	53.5	57.5	60.5	63.3	63.9	64.6	65.2	65.9	66.5
140	54.0	58.5	62.0	65.5	68.0	68.8	69.6	70.4	71.2	72.0
150	59.0	63.0	67.0	70.0	73.0	73.8	74.6	75.4	76.2	77.0
160	64.0	68.0	72.0	75.0	78.0	78.9	79.8	80.7	81.6	82.5
170	69.0	73.0	77.0	80.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0
180	74.0	78.0	81.5	85.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0
190	79.0	83.0	86.5	90.0	93.0	94.1	95.2	96.3	97.4	98.5
200	84.5	88.0	91.5	95.0	98.0	99.2	100.4	101.6	102.8	104.0
210	89.5	93.0	96.5	100.0	103.5	104.7	105.9	107.1	108.3	109.5
220	95.0	98.5	102.0	105.5	109.9	110.2	112.4	113.6	114.8	115.0
230	100.0	104.0	107.0	111.0	114.5	115.7	116.9	118.1	119.3	120.5
240	105.0	109.0	112.5	116.5	120.0	121.2	122.4	123.6	124.8	126.0
250	110.5	114.0	118.0	122.0	126.0	127.1	128.2	129.3	130.4	131.5
260	115.5	119.5	123.0	127.0	131.0	132.2	133.4	134.6	135.8	137.0
270	120.5	124.5	128.5	133.0	137.0	138.1	139.2	140.3	141.4	142.5
280	126.0	130.0	134.0	137.5	142.5	143.6	144.7	145.8	146.9	148.0
290	131.0	135.5	139.5	144.0	148.0	149.1	150.2	151.3	152.4	153.5
300	137.0	141.0	145.0	149.5	153.5	154.6	155.7	156.8	157.9	159.0
310	142.0	146.5	150.5	155.0	159.5	160.6	161.7	162.8	163.9	165.0
320	147.5	152.0	156.0	161.0	165.0	166.1	167.2	168.3	169.4	170.5
330	153.0	157.5	161.5	166.5	171.0	172.1	173.2	174.3	175.4	176.5
340	158.5	162.5	167.0	172.0	177.0	178.0	179.0	180.0	181.0	182.0
350	164.0	168.0	173.0	178.0	183.0	184.0	185.0	186.0	187.0	188.0
360	169.0	173.5	178.0	183.5	189.0	190.0	191.0	192.0	193.0	194.0
370	174.5	179.0	184.0	189.0	194.5	195.5	196.5	197.5	198.5	199.5
380	179.5	184.5	189.5	195.0	200.5	201.5	202.5	203.5	204.5	205.5
390	185.0	190.0	195.0	201.0	206.5	207.7	208.9	210.1	211.3	212.5
400	190.5	196.0	201.0	—	212.5	213.8	215.1	216.4	217.7	219.0
410	196.0	201.0	—	—	218.5	219.9	221.3	222.7	224.1	225.5
420	201.0	—	—	—	225.0	226.6	228.2	229.8	231.4	233.0
430	—	—	—	—	232.0	233.7	235.4	237.1	238.8	240.5

Pour pouvoir employer cette table, il faut connaître la proportion dans laquelle les deux sucres se trouvent dans la solution à analyser. Dans ce but le glucose doit être dosé d'une manière approximative.

A cet effet, on pèse la quantité de substance qui correspond à peu près à 25 grammes de matières sèches.

On dissout dans l'eau, on clarifie avec du sous-acétate de plomb et on

remplit à 100 centimètres cubes. De la liqueur filtrée, on prend 75 centimètres cubes, auxquels on ajoute une solution de carbonate de soude (pour précipiter le plomb) et de l'eau jusqu'à 100 centimètres cubes.

On laisse couler cette solution clarifiée dans 50 centimètres cubes de la liqueur de Fehling bouillante, jusqu'à ce que cette dernière soit décolorée. 50 centimètres cubes de la liqueur de Fehling correspondent à 0,247 gr. de sucre interverti. On trouvera donc la quantité de sucre interverti pour 100 en employant la formule suivante :

$$x = \frac{247.000}{75 np},$$

dans laquelle p = la quantité de substance pesée ;

n = le nombre de centimètres cubes de la solution sucrée employée.

Pour les produits peu colorés, la clarification au sous-acétate de plomb est inutile et la formule devient simplement :

$$x = \frac{2470}{np}.$$

Soit maintenant S la quantité de saccharose, que l'on détermine au moyen du polarimètre. Il faudra déduire de la relation $S : x$ une nouvelle proportion $S' : x'$ dans laquelle $S' + x' = 100$, pour pouvoir employer la table.

Nous aurons en effet :

$$S : S' = (S + x) 100,$$

$$\text{d'où } S' = \frac{100 S}{S + x}.$$

Le nouveau chiffre pour x' sera donc

$$x' = 100 - S'.$$

Le chiffre obtenu n'est naturellement pas tout à fait exact, mais il suffit pour l'usage de la table.

E. Meissl (*) a complété, plus tard, son travail en y ajoutant une table, qu'il considère comme étant plus simple et plus pratique que celle de **Zulkowsky**.

Il calcule la quantité de sucre interverti qui se trouve dans une solution d'après la formule suivante :

$$x = Cu \times \frac{180}{a. 31,7}$$

dans laquelle a représente le nombre d'équivalents de cuivre, réduits par un équivalent de sucre interverti dans les conditions données, Cu le poids du cuivre réduit, 31,7 l'équivalent du cuivre, 180 l'équivalent du sucre interverti et, enfin, x la quantité recherchée de sucre interverti.

Admettons que l'on ait pris pour l'analyse une quantité de substance p . La formule suivante donnera alors la quantité de sucre interverti pour 100.

$$x = \frac{Cu}{p} \times \frac{18.000}{a. 31,7}. \text{ (Formule 1.)}$$

Pour pouvoir faire usage de cette formule, il faut connaître la valeur de a . Cette valeur dépend de la relation dans laquelle se trouvent les quantités

(*) *Oesterreichische Zeitschrift*, 1883, p. 475.

de sucre interverti et de saccharose ; c'est donc cette relation qu'il faut tâcher de fixer, comme cela a lieu pour les tables de Zulkowsky. Zulkowsky conseille à cet effet de doser préalablement le sucre interverti et la saccharose, comme nous l'avons décrit précédemment. Au lieu de cela on peut admettre, sans tomber dans une erreur grave, que 2 parties de cuivre réduit correspondent à une partie de sucre interverti.

La quantité approximative de sucre interverti (Z) sera donc

$$Z = \frac{\text{Cu}}{2},$$

ou pour 100 grammes de la substance employée,

$$Z' = \frac{\text{Cu}}{2} \times \frac{100}{p}.$$

Soit S maintenant la quantité de saccharose pour 100 grammes de substance que l'on trouve par polarisation.

Soit R la quantité de saccharose et I la quantité de sucre interverti contenues dans 100 parties du mélange. L'équation suivante donnera alors le rapport entre R et I.

$$S + Z' : 100 = S : R,$$

$$R = \frac{100 \times S}{S + Z'},$$

$$\text{et } 100 - R = I.$$

Il reste maintenant à trouver le chiffre a correspondant à cette relation I : R. Dans ce but **Meissl** a dressé une table que nous ne reproduisons pas ici. L'auteur a calculé, en outre, d'avance les valeurs de $\frac{18.000}{a \cdot 31,7}$ pour les différentes relations de I : R et c'est cette table que nous donnons ci-après, table qui supprime le facteur $\frac{18.000}{a \cdot 31,7}$ et qui réduit la formule à la suivante :

$$x' = \frac{\text{Cu}}{p} \times F.$$

F est le nombre que l'on trouve directement dans la table.

R : I	SUCRE INTERVERTI EN MILLIGRAMMES.									
	245	225	200	175	150	125	100	75	50	
90 : 10	56.2	55.1	54.1	53.6	53.1	52.6	52.1	51.6	51.2	Facteur F.
91 : 9	56.2	55.1	54.1	53.6	52.6	52.1	51.6	51.2	50.7	
92 : 8	56.2	54.6	53.6	53.1	52.1	51.6	51.2	50.7	50.3	
93 : 7	55.7	54.1	53.6	53.1	52.1	51.2	50.7	50.3	49.8	
94 : 6	55.7	54.1	53.1	52.6	51.6	50.7	50.3	49.8	48.9	
95 : 5	55.7	53.6	52.6	52.1	51.2	50.3	49.4	48.9	48.5	
96 : 4	—	—	52.1	51.2	50.7	49.8	48.9	47.7	46.9	
97 : 3	—	—	50.7	50.3	49.8	48.9	47.7	46.2	45.1	
98 : 2	—	—	49.9	48.9	48.5	47.3	45.8	43.3	40.0	
99 : 1	—	—	47.7	47.3	46.5	45.1	43.3	41.2	38.1	

L'analyse se fait de la façon suivante :

La solution à analyser est clarifiée par du sous-acétate de plomb, et l'excès de plomb précipité avec du sulfate de soude. On prend 50 centimètres cubes de la liqueur cuivrique et on y ajoute la quantité de solution sucrée nécessaire pour précipiter la plus grande partie du cuivre. L'exactitude de la méthode est à son maximum si l'on obtient de 200 à 400 milligrammes de cuivre réduit. Pour cela il faut une solution qui contienne à peu près de 100 à 200 milligrammes du sucre interverti. On filtre à travers un filtre Soxhlet et on opère de la façon indiquée à la page 518.

ANALYSE DES BETTERAVES.

La détermination du sucre dans la betterave se fait presque toujours à l'aide du polarimètre. Cependant on a essayé aussi l'emploi des liqueurs cuivriques, notamment quand on a affaire à des produits ayant subi un commencement d'altération.

L. Battut (*) a fait des essais comparatifs sur ce dernier procédé d'analyse, en se servant de diverses espèces de liqueurs cuivriques, savoir de la liqueur de Pellet (titrage Sn Cl_2), de celle de Fehling (titrage Sn Cl_2) et de la même liqueur de Fehling titrée d'après la méthode de Viollette.

Deux lots de betteraves furent analysés, l'un dont le jus polarisait 11 ‰, l'autre 9 ‰ de sucre. Chaque betterave fut divisée en quatre parties. Trois quarts furent râpés et le jus qui en provenait fut traité comme suit :

On en prenait 200 centimètres cubes et on ajoutait 20 centimètres cubes de sous-acétate de plomb. On filtrait et on prenait 50 centimètres cubes de la liqueur filtrée que l'on complétait à 100 en y ajoutant du sulfate ou du carbonate de soude (pour précipiter le plomb) et de l'eau. 20 centimètres cubes furent employés pour doser le glucose préexistant, et 10 centimètres cubes furent prélevés pour doser le sucre total.

Ces 10 centimètres cubes furent intervertis par 10 centimètres cubes d'acide sulfurique au 1/10, puis on saturait par le carbonate de soude et on complétait jusqu'à 200 centimètres cubes. Cette dernière solution fut analysée par les trois méthodes analytiques précitées.

Il restait un quart de chaque betterave.

On a râpé ces quarts, et on en a formé un échantillon aussi moyen que possible. On en a pris 100 grammes qui ont été portés à l'ébullition pendant 15 minutes, en présence d'acide sulfurique au 1/10. Après inversion et refroidissement lent, on a complété à 200 centimètres cubes : puis on a essayé la solution obtenue par les liqueurs cuivriques de la même manière que précédemment. (Le glucose préexistant avait été déterminé également.) Les chiffres obtenus furent rapportés finalement à 100 centimètres cubes de jus normal, en admettant dans la betterave 95 ‰ de celui-ci.

Nous avons réuni dans un tableau les résultats obtenus.

Nous avons indiqué d'abord le sucre total par 100 centimètres cubes de jus, en calculant le tout comme sucre interverti.

(*) S. I. 23, p. 256.

Puis nous donnons le poids du glucose préexistant par 100 centimètres cubes de jus.

Enfin, nous indiquons la quantité de sucre par 100 centimètres cubes de jus, calculée en sucre cristallisable, et déduction faite du glucose préexistant trouvé préalablement.

(Observons, en passant, que ce dernier dosage est toujours incertain par suite de l'action des liqueurs cuivriques sur le sucre cristallisable.)

PAR 100 CC. DE JUS.	LIQUEUR PELLET. Titration Sn Cl_2 .		LIQUEUR FEHLING. Titration Sn Cl_2		LIQUEUR FEHLING. Titration Viollette.	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
I. Sucre total (calculé en sucre interverti).						
a) Inversion après précipitation . .	13.66	40.43	14.40	11.39	12.31	40.34
b) Inversion directe	13.40	42.41	14.07	11.05	13.24	41.48
II. Glucose.						
a) Essai après précipitation. . . .	0.60	0.48	0.70	1.07	0.33	0.35
b) Essai direct	0.56	0.42	0.61	0.50	0.15	0.13
III. Sucre cristallisé (déduction faite du glucose).						
a) Inversion après précipitation . .	11.47	9.46	12.72	9.80	11.20	9.49
b) Inversion directe	13.81	11.11	12.69	10.04	12.44	10.78
c) Polarisation	11.00	9.00	11.00	9.00	11.00	9.00

L'auteur conclut du résultat de ces essais qu'il faut abandonner tous les procédés d'analyse de la betterave basés sur l'intervention directe du sucre cristallisable dans la pulpe même. Il faudrait toujours opérer sur le jus déféqué préalablement par le sous-acétate de plomb. Mais même dans ce dernier cas la liqueur Fehling, titrée par Sn Cl_2 , donne toujours des résultats trop élevés. La liqueur Fehling titrée par la méthode de Viollette paraît donner de meilleurs résultats, mais elle accuse trop peu de glucose (?). La liqueur Pellet lui est donc de beaucoup préférable. (Cela ne nous paraît nullement résulter des essais de Battut. F. S.) La liqueur Pellet a, en outre, l'avantage de pouvoir se conserver indéfiniment. La circonstance que la réduction doit avoir lieu au bain-marie n'offrirait aucun inconvénient.

RECHERCHES DIVERSES.

F. Urech (*) (*Stuttgart*) a publié plusieurs articles sur la vitesse avec laquelle l'oxyde cuivreux se forme par l'action de la liqueur Fehling sur le sucre

(*) S. I. 21, p. 156; N. Z. X p. 15; O. 21, p. 942.

interverti, et aussi sur l'influence de la quantité des éléments contenus dans la liqueur Fehling.

Il résulte de ses essais que la formation de l'oxyde cuivreux devient plus rapide en présence d'un excès de sucre interverti, ou d'un excès de liqueur cuivrique.

Quand on ajoute une plus grande quantité d'eau, il y aurait, au contraire, un ralentissement de la réaction.

Urech (*) a étudié, en outre, l'influence de la température et de la concentration de l'acide chlorhydrique sur la vitesse d'inversion de la saccharose.

Haberman et Hönig (**) ont étudié l'action de l'hydrate de cuivre sur les sucres.

Ils ont introduit peu à peu de l'hydrate de cuivre dans la solution bouillante d'un sucre (sucre de canne, sucre interverti, dextrose ou lévulose). Dans les vapeurs dégagées, on pouvait constater la présence de l'acide carbonique.

Quand la formation de l'oxyde cuivreux se ralentissait, on arrêtait l'opération. La solution était filtrée à chaud, puis on précipitait dans la liqueur filtrée qui avait une teinte verdâtre, tout le cuivre au moyen de l'hydrogène sulfuré.

On filtrait, puis on distillait le liquide clair, en remplaçant de temps en temps l'eau évaporée.

Le liquide distillé contenait de l'acide formique.

Le résidu liquide, après avoir été refroidi, fut agité 8 à 10 fois avec de l'éther. La partie du liquide qui avait été dissoute par l'éther, fut reconnue comme de l'acide glucolique.

Le reste du liquide fut chauffé, pour chasser l'éther, puis saturé par le carbonate de chaux, concentré sur le bain-marie et précipité par l'alcool. On obtint d'abord un peu d'acide glucolique, puis une substance amorphe, dont la nature n'a pas été déterminée. Les opérateurs supposent que c'est un mélange de divers acides, tels que l'acide érythroglucique, l'acide glucérique, etc. Dans la partie qui n'avait pas été précipité par l'alcool, on constatait ces mêmes acides et, de plus, tout le sucre qui n'avait pas été décomposé. Dans le résidu calcique on trouvait des traces d'acide oxalique. Il paraît résulter de ces essais que l'hydrate de cuivre introduit dans une solution sucrée donne lieu à des produits de composition fort variable.

Il est inutile d'ajouter que la vitesse de la réaction diffère selon l'espèce du sucre traité. Ainsi une solution de sucre de canne doit être tenue en ébullition pendant plusieurs heures avant qu'on puisse constater une précipitation d'oxyde cuivreux et un dégagement d'acide carbonique; il faut probablement que le sucre de canne intervienne au préalable.

Faisons observer, en outre, que les opérateurs se sont servis d'un hydrate de cuivre très pur, préparé d'après les indications de Böttger.

Le docteur **I. Löwe** (***) fait quelques observations sur l'hydrate de cuivre en réponse à un article précédent de Soxhlet (*voir* N. Z. 4., 141).

(*) N. Z. X, p. 224.

(**) O. 20 octobre 1882 et Z. 33, p. 321.

(***) *Zeitschrift f. analyt. Chem.* II, p. 220.

M. Sonnerat (*) a publié la première partie d'un travail qui a pour but d'établir le rôle que joue dans la réduction de la liqueur cuivrique par le glucose chacun des corps employés pour la préparation de cette liqueur.

L'auteur a conservé, pendant un certain temps, dans l'obscurité, à une température de 25 degrés environ, la liqueur Barreswill (tartrate acide de potasse, sulfate de cuivre et potasse) et la liqueur Fehling (tartrate neutre de potasse, sulfate de cuivre et soude).

Dans ces conditions, la liqueur Barreswill s'est réduite en partie, et n'a laissé qu'une masse verdâtre refusant de cristalliser.

La liqueur Fehling a laissé déposer après deux jours du sulfate de potasse, et, huit jours après, l'eau mère a donné des cristaux d'un bleu magnifique, très alcalins et très déliquescents, très solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et dans l'éther.

Ce sel contient 24 % d'eau de cristallisation, et, en outre, de l'acide tartrique. Il se réduit facilement sous l'action de la lumière et des matières organiques. Il absorbe l'acide carbonique et paraît absorber également l'oxygène de l'air.

L'auteur n'a pas obtenu ces cristaux en associant dans la liqueur Fehling de la potasse au tartrate neutre de potasse, ou de la soude au tartrate neutre de soude, d'où il tire la conclusion que la présence simultanée de la potasse et de la soude paraît indispensable à la formation de ce sel. L'auteur espère pouvoir donner la formule de ce composé dans un travail prochain.

Il indique, en outre, la façon de préparer une liqueur cuprique qui se conserve sans altération pendant plusieurs années, même exposée à la lumière du jour.

Il dissout pour cela à froid 34^{gr}·639 de sulfate de cuivre pur et, d'un autre côté, également à froid 173 grammes de tartrate de potasse pur dans 600 grammes de lessive de soude caustique (poids spécifique 1,12). A cette dernière solution il ajoute peu à peu la solution de sulfate de cuivre froide et étend le mélange à un litre.

Il faut opérer à froid ces diverses dissolutions, voilà, dit-il, le seul moyen pour empêcher la réduction.

H. Pellet et L. Biard (**) indiquent une méthode pour analyser un mélange de glucose, de dextrine et de saccharose. Cette méthode de séparation est basée sur le fait trouvé par Behr, que l'acide acétique et ses homologues volatils intervertissent moins rapidement le sucre que les acides minéraux. Les auteurs ont, en outre, fait la remarque que la dextrine n'est pas attaquée à 100° par ces acides, mais qu'elle est transformée entièrement en glucose par l'acide sulfurique.

Dans le mélange à analyser on dose donc d'abord le glucose au moyen des liqueurs cuprotartriques. Ni le sucre saccharose, ni la dextrine ne réduisent ces liqueurs (***).

Pour le dosage du sucre on fait l'inversion au moyen de l'acide acétique. Le sucre de canne est interverti lentement, tandis que la dextrine reste intacte.

(*) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, juillet 1883.

(**) B. A. d. C. 5, p. 176.

(***) Voir cependant page 519.

On prend une quantité d'acide acétique à 8°, contenant 45 % $C^3H^4O_2$, égale en volume au volume de la solution sucrée mise en expérience ; puis on chauffe au bain-marie pendant 3 1/2 heures. On neutralise ensuite incomplètement la solution, de façon à lui laisser une légère acidité, car un excès d'alcali décomposerait le glucose en le colorant. On étend le liquide à un volume tel qu'il contienne 1/2 gramme de glucose environ par 100 centimètres cubes. Par cet essai la quantité de glucose fournie par le sucre cristallisable, plus la quantité initiale, sera connue ; cette dernière étant déterminée par un premier essai.

La dextrine des sirops de glucose du commerce est complètement transformée en glucose par l'acide sulfurique. On emploie l'acide sulfurique en quantité telle qu'il représente 7 à 8 % en poids du liquide mis en expérience. L'action de l'acide est maintenue pendant 3 1/2 heures au bain-marie, après quoi on neutralise incomplètement et on dose le glucose comme dans le second cas. On connaît par l'essai précédent la quantité de glucose initiale plus la quantité fournie par le sucre ; on retranchera cette somme du résultat de l'inversion sulfurique ; la différence donne la quantité de glucose correspondante à la dextrine.

G. Johnson (*) décrit un procédé, nouveau suivant lui (d'après Scheibler il est connu depuis longtemps), pour découvrir de petites quantités de glucose (ou de sucre interverti).

Quand on mélange des volumes égaux de potasse caustique et d'acide picrique concentré, il se forme un dépôt de picrate de potasse qui se dissout par la chaleur en formant un liquide transparent orangé. Quand on ajoute à ce liquide du glucose, la solution se colore en rouge foncé presque noir. Le sucre de canne ne présente pas cette réaction. Ce procédé permet de décéler 0^{sr}15 de glucose dans un litre d'eau.

Haas (**) a fait des essais comparatifs dans le but d'établir jusqu'à quel point concordent les méthodes usitées en Allemagne pour la détermination du glucose de fécule ; méthode Fehling, méthode Sachsse et méthode polarimétrique.

Il trouve que l'analyse au polarimètre du glucose de fécule ordinaire et impur donne toujours des résultats trop élevés. Les méthodes de Fehling et de Sachsse donnent souvent des résultats divergents, ce que l'auteur cherche à expliquer en admettant que, pendant la fabrication de la fécule, il se forme des produits intermédiaires qui réduisent la liqueur de Sachsse, mais qui n'ont pas d'influence sur la liqueur de Fehling.

B. Tollens (***) a fait des recherches sur la quantité d'argent qui est précipité dans sa solution ammoniacale par la dextrose.

Il trouve qu'une molécule de dextrose précipite 12 à 13 atomes d'argent, c'est-à-dire le double de ce que l'on serait tenté de croire, en admettant que cette réaction serait analogue à celle de la liqueur de Fehling. Une molécule de dextrose est donc capable de fixer 6 atomes d'oxygène. Tollens en déduit deux nouvelles formules chimiques pour la dextrose.

(*) N. Z. X, p. 203. Comparez aussi Braun, *Industrie Blätter* 1874, p. 343.

(**) Z., juin 1883, p. 550.

(***) N. Z. X, p. 246 et Z. 33, p. 508.

CHAPITRE V

ÉTUDES DIVERSES

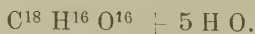
D. Loiseau (*) en analysant un dépôt qui s'était formé lentement au sein d'une mélasse issue du travail au sucrate d'hydrocarbonate de chaux (**), y a constaté une substance nouvelle qui dévie le plan de polarisation plus fortement que le sucre. Il a appelé cette substance la « raffinose ».

Pour l'isoler, le dépôt fut d'abord soumis à l'action de la force centrifuge dans une turbine, afin d'expulser le sirop qui imprégnait ses cristaux. 16,25 gr. de ces cristaux furent dissous, de manière à former 100 cc. de dissolution, comme on le fait pour les solutions de sucre ordinaire. La dissolution fut polarisée, et indiqua $+ 143^\circ$ au polarimètre (au lieu de $+ 100^\circ$ pour le sucre de canne).

La solution fut ensuite soumise à l'inversion et polarisée de nouveau. La lecture au polarimètre donna $+ 60^\circ$ (au lieu de $- 30^\circ$ pour le sucre de canne).

La raffinose pure (que l'on peut obtenir par des cristallisations successives et une dessiccation entre des feuilles de papier buvard) forme des cristaux allongés blancs transparents qui contiennent 15, 1 % d'eau de cristallisation. Ils abandonnent cette eau facilement quand on élève leur température progressivement et très lentement à 100° C. Lorsqu'on chauffe trop brusquement, la matière se ramollit et peut même se liquéfier dans une partie de son eau de cristallisation. En se refroidissant, elle réabsorbe peu à peu la plus grande partie de son eau de cristallisation. Quand on introduit de la raffinose cristallisée dans un tube hermétiquement fermé, et qu'on place ce tube dans une étuve chauffée à 80° C. au moins, la raffinose se liquéfie complètement et on obtient un produit liquide très mobile, qui se prend en masse solide par le refroidissement. Vers 120° degrés la raffinose jaunit et commence à se décomposer.

L'analyse élémentaire de la raffinose a donné des chiffres qui correspondent à la formule suivante :



Pour déterminer la composition élémentaire de la raffinose Loiseau (***),

(*) S. I. 22, p. 603 et J. d. F. S. 24, n° 52.

(**) Voir page 275 de cette Revue.

(***) J. d. F. S. 25, n° 13.

on opère la combustion dans un courant d'oxygène pur et sec, sans avoir recours à l'emploi de l'oxyde de cuivre.

(La raffinose est probablement identique avec la substance polarisante qui a été constatée dans certains sucres et mélasses par **Reichardt** et **Bittmann** (voir page 511 de cette Revue).)

Loiseau n'a pas encore publié la suite de son article.

E. Schultze (*) indique le moyen suivant pour isoler « l'asparagine » quand elle se trouve en petite quantité dans les jus de différentes plantes. L'asparagine est traitée par le nitrate de mercure qui donne un précipité blanc, lequel est décomposé par l'hydrogène sulfuré. Si l'asparagine se trouve en quantité notable, il est inutile d'employer ce moyen. Comme elle est peu soluble, elle se sépare facilement du jus et peut être isolée par des cristallisations successives.

E. Schultze et **Bosshard** (**) ont, de plus, extrait de la « glutamine » du jus de betteraves. A cet effet, ils clarifièrent ce jus avec du sous-acétate de plomb et ajoutèrent à la solution filtrée une solution à peu près neutre de nitrate de mercure. Le précipité blanc floconneux fut lavé et puis décomposé par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée fut neutralisée avec de l'ammoniaque, puis évaporée et exposée à la cristallisation. La formule de la glutamine est $C_5H_{10}N_2O_3$. Elle cristallise en aiguilles blanches fines.

C. Scheibler (***) et **E. von Lippmann** (†) avaient constaté déjà en 1880 la présence de la « vanilline » dans certains sucres bruts. Plus tard, **E. O. von Lippmann** (††) a démontré que cette substance provenait de la « coniférine » qui se trouve fréquemment dans le tissu cellulaire de la betterave. Lippmann a réussi de l'en extraire, il est vrai, avec beaucoup de difficultés. Pour constater la présence de la coniférine, on profite de sa propriété de bleuir au contact du phénole et de l'acide chlorhydrique concentré.

Le **D^r A. v. Wachtel** a constaté la présence de la « vanadine » dans la potasse extraite des mélasses. Voici la méthode qu'il a employée : On ajoute à 200 ou 300 gr. de potasse de l'acide sulfurique jusqu'à réaction acide, et on refroidit pour écarter par cristallisation la plus grande partie des sulfates alcalins. On ajoute aux eaux mères du bioxyde d'hydrogène et de l'éther et on agite fortement. S'il y a de la « vanadine », l'éther prend une coloration rose pâle.

La potasse qui contient de la vanadine peut se reconnaître en ce qu'elle présente ordinairement des taches gris jaunâtres.

E. O. von Lippmann (†††) a fait des études sur les dépôts qui se forment dans les triple-effets. Il y avait constaté déjà précédemment la présence de

(*) N. Z., 10 p. 91.

(**) N. Z., 10, p. 298 et D. Z. I. 9, n° 9.

(***) N. Z. 4, p. 110 et Z. 30, p. 134.

(†) Z. 33, p. 316 et N. Z. 10, p. 43.

(††) O. 21, p. 250.

(†††) D. Z. I. VIII, p. 403.

plusieurs acides organiques, tels que l'acide citrique ($C_6 H_8 O_7$), l'acide aconitique ($C_6 H_6 O_6$), l'acide tricarballoylique ($C_6 H_8 O_6$), l'acide malonique, etc. Il y a découvert récemment aussi de l'acide oxycitrique ($C_6 H_8 O_8$).

Rappelons encore, en passant, le travail de **Th. Zinke** (*) sur la constitution du sucre de canne, du sucre de raisin et du sucre de fruits, et celui de **A. Emmerling** et **G. Loges** (**) qui ont extrait de l'acétole ($C_3 H_6 O_2$) du sucre de raisin et du sucre de canne.

Le **D^r W. Schaaf** (***) a cherché à établir d'une manière scientifique la différence connue que présente l'aspect des cristaux de sucre des mélasses par rapport à ceux du sucre normal (notamment pour le sucre obtenu au moyen de la strontiane). Après avoir décrit la cristallisation du sucre normal, il donne beaucoup de détails précis sur celle du sucre obtenu des mélasses. Les cristaux de ce dernier sucre sont toujours groupés suivant un même axe cristallographique, suivant l'axe dit symétrique ; ils paraissent tirés dans le sens de la longueur, et forment entre eux un angle de $64^{\circ}.12'$. (Pour le sucre de cannes ordinaire cet angle est de $78^{\circ} 30'$.) L'auteur attribue la différence des systèmes de cristallisation à la différence des eaux mères où la cristallisation s'opère. Mais il se borne pour le moment à la constatation des faits sans émettre aucune conjecture au sujet du rôle que peut jouer la présence ou l'absence de telle ou telle substance sur la cristallisation soit dans une eau mère pure, soit dans la mélasse.

J. H. Gladstone et **A. Tribe** (†) ont fait des essais sur l'action de leur couple de cuivre et de zinc sur les solutions de sucre. Ils ont constaté qu'il se dégageait à 100° de l'acide carbonique et puis une petite quantité d'une substance qui donnait, après avoir été traité par l'iode et l'hydrate de potasse, la réaction du iodoforme. Par l'oxydation au moyen de l'acide chromique, elle passait à l'état d'acide acétique. Il paraît en résulter que cette substance était de l'alcool. Vérification faite, on constatait que l'acide carbonique provenait du carbonate de zinc de la pile et que la substance réductrice se formait par l'action de la chaleur sur la solution sucrée.

Les auteurs ont, en outre, étudié l'action de la lumière, de l'air et des germes contenus dans l'atmosphère sur la transformation du sucre de canne en glucose. Ils ont constaté que cette transformation se faisait très lentement en présence de la lumière et de l'air, et que la lumière paraît avoir une action destructive sur les germes des champignons qui se développent dans une solution de sucre exposée à l'air.

(*) *Liebig. Annal. Chem.* 216, p. 286 par N. Z. 10, p. 282.

(**) *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft* XVI, p. 837, par N. Z. 10, p. 227.

(***) Z. 33, p. 699 et B. A. d. C. II, n^o 2.

(†) N. Z. XI, p. 98.

QUATRIÈME PARTIE

L'ÉTAT DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

dans les différents pays.

CHAPITRE I

EUROPE

Consommation de sucre en Europe.

Exprimée en tonnes (à 1,000 kilogrammes) de sucre brut.

ANNÉE 1883-84.

	Consommation totale.	Moyenne par habitant.
Angleterre	1,100,000	31,7 kil.
France	443,000	11,6 —
Allemagne	380,000	8,1 —
Russie (et Finlande)	290,000	3,5 —
Autriche	230,000	6,0 —
Italie	88,000	3,0 —
Espagne	50,000	3,0 —
Suède et Norvège	47,000	7,2 —
Belgique	43,000	7,7 —
Pays-Bas	36,000	8,8 —
Suisse	29,000	10,0 —
Danemark	28,000	13,5 —
Turquie d'Europe (et Bulgarie) . . .	27,000	3,6 —
Portugal	16,000	3,4 —
Roumanie	7,000	1,5 —
Serbie.	3,500	2,0 —
Total. . . tonnes.	2,817,500	8,6 kil.

Production de sucre en Europe.

Comptée en tonnes de sucre brut (1 tonne = 1,000 kil.).

Campagne	1877-78	1882-83	1883-84
France	398,132	406,266	454,780
Allemagne	380,509	848,925	960,609
Autriche	331,000	473,000	450,000
Russie	222,000	284,490	302,000
Belgique	63,075	82,722	106,586
Pays-Bas	22,853	24,669	36,423
Danemark	—	5,251	7,568
Suède	—	1,500	2,500
Italie	102	192	353
Roumanie	800 ?	500 ?	500 ?
Espagne	12,000	12,000	12,000
Total	1,430,000	2,139,000	2,333,000

Observations :

1. Le sucre produit en Europe est presque exclusivement (à l'exception de celui produit en Espagne) du sucre de betteraves.

Hors de l'Europe on ne produit que des quantités insignifiantes de sucre de betteraves, en Californie, en Canada et en Australie.

2. La consommation de sucre en Europe dépasse la production de 450,000 à 500,000 tonnes. Cet excédent correspond à une importation équivalente de sucre de canne.

1. FRANCE.

Voici d'abord (page 535 et 536) les principales données statistiques de la campagne 1883-84, d'après le *Bulletin de Statistique et de Législation comparée* (février 1885).

Elles comprennent le nombre et le mode d'installation des fabriques, le nombre d'ouvriers occupés, la quantité de betteraves travaillées, les rendements par hectare, les quantités de sucre, de mélasse et de pulpe produites, les principaux prix, etc.

Nous avons placé en dessous de ces tableaux, à titre de comparaison, les mêmes données pour la campagne 1882-83 et 1881-82.

Ajoutons quelques autres données relatives à la campagne de 1883-84.

Le nombre total des journées d'ouvriers était de :

Hommes	5,225,599
Femmes	745,461
Enfants	671,260

Si nous comptons la journée d'une femme égale à 1/2 et celle d'un enfant égale à 1/3 de celle d'un homme, cela fait en tout 5,822,082 journées d'ouvriers ou environ 8 journées par 10,000 kil. de betteraves travaillées. Il en résulte qu'en France la main-d'œuvre coûte en moyenne fr. 3-22 par 1,000 kil. de betteraves travaillées.

(Suite page 537.)

Nombre et installation des fabriques françaises.

Départements.	Nombre de fabriques.	Nombre de râperies.	Longueur des conduites de jus en kilomètres.	NOMBRE DE FABRIQUES EXTRAYANT LE JUS PAR				NOMBRE DE RAPERIES EXTRAYANT LE JUS PAR				Nombre de fabriques travaillant par osmose.	Osmogènes en activité.	NOMBRE D'OUVRIERS.						
				Presses hydrauliques.		Presses continues.		Diffusion.		Presses hydrauliques.				Presses continues.		Diffusion.		Hommes.	Femmes.	Enfants.
Aisne	91	31	227	22	14	53		13	8	10		20	128	9.541	4.120	1.073				
Ardennes	11	3	18	1	4	6		2	—	1		1	55	1.133	127	403				
Nord	140	33	184	94	46	—		24	4	5		29	171	13.740	3.233	3.079				
Oise.	37	14	123	11	12	14		3	9	2		10	53	4.205	292	300				
Pas-de-Calais	85	6	32	28	49	8		4	—	2		14	63	6.003	1.541	1.344				
Seine-et-Marne	13	22	165	3	3	7		11	—	11		3	30	1.939	126	188				
Seine-et-Oise	9	1	12	3	2	4		—	—	1		2	9	804	51	71				
Somme.	68	21	163	19	21	28		18	2	1		32	240	6.277	865	694				
Autres départements	29	6	58	3	11	15		—	6	—		4	24	667	332	203				
Campanie 1883-84. TOTAL.	483	137	982	181	162	137		73	29	33		115	725	47.369	7.687	7.060				
— 1882-83.	497	142	1.024	221	161	111		86	29	27		109	623	49.360	8.293	7.515				
— 1881-82.	486	143	987	267	128	91		93	31	19		99	557	49.100	8.398	7.795				

Données sur le travail des fabriques françaises.

Départements.	BETTERAVES TRAVAILLÉES.			SUCRE RAFFINÉ PRODUIT		MÉLASSE EXPÉDIÉE		PULPE PRODUITE	
	en tonnes (1,000 kil.).	Prix en francs par tonne.	Rendement par hectare en kil.	en tonnes.	en kil. par tonne de betteraves.	en tonnes.	en kil. par tonne de betteraves.	en tonnes	Prix en francs par tonne.
Aisne	4,624,837	21.26	46.452	97,674	60.41	58,952	36.3	450,403	8.14
Ardennes	473,400	21.54	30.723	40,421	59.41	6,447	36.2	44,364	8.34
Nord	4,832,464	49.60	46.452	93,542	51.03	54,052	29.5	444,204	44.59
Oise	624,687	21.03	34.884	36,917	57.49	23,678	37.9	166,328	9.27
Pas-de-Calais	1,009,593	48.68	41.410	48,932	48.46	32,772	32.4	245,234	41.83
Seine-et-Marne	347,712	21.02	32.500	21,273	61.16	41,737	33.8	400,502	8.92
Seine-et-Oise	422,470	20.67	36.666	6,819	55.67	4,640	37.9	34,797	41.00
Somme	4,420,600	20.04	34.086	63,778	56.91	40,888	36.4	284,832	8.43
Autres départements	453,460	21.90	27.660	27,681	61.08	44,052	31.0	430,440	8.40
Campagne 1883-84 Total.	7,310,923	20.64	33.356	406,008	53.53	246,928	33.8	4,861,700	9.55
— 1882-83	7,244,274	20.99	34.928	362,738	50.30	248,980	34.5	4,814,772	9.94
— 1881-82	6,628,678	20.87	33.793	335,576	50.62	213,443	32.2	4,571,705	40.16

N. B. La quantité de jus déféqué pendant la campagne 1883-1884 était de 82,482,029 hectolitres, et sa densité moyenne de 1,036.

La consommation totale en charbon était de 1,098,815 tonnes, dont le prix moyen était de fr. 22-23 par tonne (fr. 15-23 dans le Pas-de-Calais, fr. 26-33 dans le département de Seine-et-Oise). La consommation en charbon était donc en moyenne de 150 kilogrammes (= fr. 3-33) par 1,000 kilogrammes de betteraves travaillées.

Les dépenses pour la main-d'œuvre et le charbon sont donc ensemble en moyenne de fr. 6-55 par tonne de betteraves, ou fr. 11-81 par 100 kilogrammes de sucre raffiné (= fr. 10-55 pour 100 kilogrammes de sucre brut (*).

Nous n'avons pas de données exactes sur les autres frais de fabrication. Observons seulement que la consommation de noir est très faible en France; on peut l'estimer tout au plus à 20 kilogrammes par 1,000 kilogrammes de betteraves; un grand nombre d'usines a renoncé complètement à l'emploi de cet agent d'épuration.

Nous voyons au tableau, page 535, quel est le nombre de fabriques qui ont installé la diffusion, les presses hydrauliques et les presses continues. Il en résulte que c'est notamment dans le département de l'Aisne que la diffusion est appliquée sur une large échelle, alors que, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais ce sont, au contraire, les presses qui prédominent. La diffusion a fait depuis quelques années des progrès rapides; mais elle ne s'étendra plus probablement pendant quelque temps par suite de la nouvelle législation qui favorise outre mesure les presses hydrauliques.

Le travail des presses hydrauliques a été, du reste, amélioré dans plusieurs fabriques par le procédé Gallois et celui des presses continues par le procédé Dujardin.

La défécation simple n'existe plus que dans 53 fabriques, et la carbonatation simple dans 42 fabriques. Les 388 autres fabriques emploient la carbonatation double. 2,199 filtres-presses sont installées dans les fabriques françaises dont un grand nombre à épuisement.

L'acide sulfureux a été essayé dans une seule fabrique.

Il existe 2,963 filtres à noir, dont 609 sont fermés. 421 fabriques françaises évaporent à triple-effet dans le vide. Ils possèdent ensemble 632 appareils à triple-effet; 63 cependant évaporent encore à air libre.

De même, dans 89 fabriques, la cuite se fait encore à air libre, 9 fabriques ont bien des appareils à cuire dans le vide, mais impropres à la cuite en grains.

Il existe en tout 1,935 turbines pour le travail des masses cuites dont 1,015 sont garnies de couvercles. 126 turbines sont du système Weinrich ou d'autres systèmes brevetés. De plus, il y a 77 appareils Koerting ou autres ayant pour but de produire la vapeur détendue.

Nous avons donné le nombre d'osmogènes fonctionnant en France (755). Ajoutons que ces osmogènes comprennent ensemble 54,336 cadres, soit en moyenne 75 cadres par osmagène.

Les procédés de l'éluion, de la séparation, etc., n'ont pas encore été

(*) Nous avons compté ici 100 kil. de sucre raffiné = 112 kil. de sucre brut.

La régie française compte 89,36 — = 100 —

Le bureau de statistique allemand compte 90 kil. de sucre raffiné = 100 kil. de sucre brut.

Ordinairement on compte 100 kil. de sucre raffiné = 120 kil. de sucre brut.

employés en France, parce qu'ils n'y ont pas été favorisés jusqu'ici par des primes, comme en Allemagne, en Autriche, en Belgique, etc.

Le nombre de générateurs employés dans les sucreries est de 2,537 d'après la statistique officielle, possédant ensemble une surface de chauffe de 187,567 mètres carrés. On distingue :

1,342	générateurs à bouilleurs ;
431	— tubulaires, et
764	— semi-tubulaires.

Il y avait en tout 3,252 machines motrices dont la force totale était de 43,590 chevaux, soit en moyenne 13 à 14 chevaux par machine.

Les fabriques françaises ont travaillé en moyenne 15,137 tonnes de betteraves par jour et ont produit environ 840 tonnes de sucre raffiné correspondant à 941 tonnes de sucre brut. Leur production est donc notablement inférieure à celle de l'Allemagne. Cependant, si l'on considère que les fabriques allemandes travaillent généralement beaucoup plus longtemps que celles de la France, on trouvera qu'en réalité la production moyenne journalière des usines françaises n'est guère inférieure à celle des fabriques allemandes. Cela est dû principalement aux usines centrales combinées à plusieurs râperies, alors que les autres fabriques sont généralement assez petites.

Si nous comparons la production de sucre en France pendant ces dernières années avec celle de l'Allemagne, nous remarquons que ce dernier pays a fait des progrès rapides depuis 1878, alors que la production française a plutôt reculé.

Celle de l'Autriche qui a été précédemment notablement inférieure à la production française, est à présent au moins égale à cette dernière.

Cela résulte clairement du petit tableau qui suit et qui donne les quantités de sucre brut produites par ces trois pays (en tonnes de 1,000 kilog.) :

	France.	Allemagne.	Autriche.
Année 1850-51.	76,000	53,000	16,000
— 1860-61.	100,000	126,000	45,000
— 1870-71.	282,000	263,000	182,000
— 1877-78.	397,000	380,500	330,000
— 1878-79.	432,000	430,100	360,000
— 1879-80.	271,000	415,400	406,000
— 1880-81.	320,000	573,000	498,000
— 1881-82.	375,900	622,300	411,000
— 1882-83.	406,300	848,900	473,000
— 1883-84.	454,800	960,600	450,000

N. B. La plupart des chiffres donnés pour l'Allemagne et l'Autriche ne sont qu'approximatifs ; notamment ceux qui sont d'ancienne date.

Nous ne pouvons rechercher ici en détail toutes les causes de cette infériorité de l'industrie française. La législation qui a été en vigueur jusqu'ici en France, y est certes pour beaucoup et le changement intervenu actuellement promet de bons résultats. Mais il y a encore bien d'autres causes, parmi lesquelles nous signalons le manque d'un bon contrôle chimique (*)

(*) Voir le discours de M. Déhérein (B. d. A. C. I, p. 136).

dans la plupart des fabriques. De plus, les fabricants négligent le plus souvent de s'instruire mutuellement par de fréquentes réunions techniques et par l'établissement de stations d'essai, comme cela se pratique en Allemagne et en Autriche.

Il y a cependant des indices que cela changera à l'avenir. Déjà aujourd'hui la fondation de l'*Association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des Colonies* prouve l'intérêt que l'on attache à l'étude des questions chimiques. Cette Association, fondée en 1882, compte déjà (en 1884) 200 membres, dont 32 Étrangers qui sont accueillis au même titre que les Français. — L'Association est administrée par un comité de 18 membres, présidé par M. Déhérain.

Elle publie un *Bulletin* contenant principalement des travaux techniques de ses membres et rédigé par M. F. DUPONT (siège social : 10, rue de Louvois, Paris).

Les fabricants de sucre forment, entre eux, une association qui est dirigée par le *Comité central* des fabricants de sucre de France (président : M. Georges).

Son but est de défendre, auprès des Pouvoirs publics, les intérêts de l'industrie sucrière. Ce comité tient de fréquentes réunions dont les comptes rendus sont publiés « in extenso » dans une revue spéciale appelée *Bulletin du Comité central des fabricants de sucre*. La cotisation de chaque fabrique adhérente (et elles le sont presque toutes) est de 1 centime par sac (100 kilog.) de sucre fabriqué, ce qui porte les recettes annuelles de cette association à un chiffre très élevé. De plus, dans chaque département, les fabricants de sucre sont groupés en comités locaux dépendant du Comité central et subventionnés par lui.

La sucrerie française compte deux organes importants dans la presse. Le premier, par ordre de fondation, est le *Journal des fabricants de sucre*, fondé en 1860 et rédigé par J.-B. DUREAU et G. DUREAU. C'est lui qui a mené vigoureusement en 1884 la campagne en faveur de l'impôt sur la betterave.

Le second journal, de fondation plus récente (en 1873), est la *Sucrerie indigène et coloniale*, rédigée par H. TARDIEU, ingénieur des arts et manufactures.

C'est aux publications de ce journal, qui est devenu l'organe officiel de l'Association des fabricants de sucre, que les fabricants doivent principalement l'établissement de la surtaxe.

Passons aux questions de législation (*).

La loi de 1837 avait frappé le sucre d'un droit de 15 francs par 100 kilogrammes. Ce droit fut élevé, en 1852, à 54 francs.

La loi du 23 mai 1860 abaissa ce droit à 30 francs et créa la faculté d'abonnement à raison d'une prise en charge de 1,425 grammes de sucre par hectolitre de jus et par degré de densité.

(*) C'est M. F. Dupont (Paris) qui a bien voulu se charger de rédiger la partie qui traite de la législation française.

La loi du 7 mai 1864 supprima l'abonnement et releva le droit à 42 francs. L'impôt fut augmenté successivement en 1871 et 1872 et fut fixé par la loi du 30 décembre 1873 à fr. 73-32 pour le raffiné. Pour les sucres bruts, l'impôt fut acquitté d'après leur « nuance ». Des « types » marquaient la gradation et la limite des droits à payer. La loi du 19 juillet 1880, sous l'empire de laquelle s'est faite la campagne de 1883-1884 et qui est encore facultative pendant deux ans, avait consacré le procédé de la saccharimétrie au lieu du classement par nuance et avait fixé les droits à 40 francs par 100 kilogrammes.

Enfin, la loi du 29 juillet 1884 a adopté l'impôt sur la betterave, tel qu'il est pratiqué en Allemagne.

C'est à la demande presque unanime des fabricants et des agriculteurs que ce mode d'impôt a été voté. Mais avant d'obtenir cette loi qui va permettre à la France de reprendre son rang parmi les nations sucrières, que d'efforts stériles n'a-t-on pas faits, que de moyens n'a-t-on pas proposés pour conjurer la crise qui menaçait cette industrie !

Aussi longtemps que le prix du sucre brut avait été supérieur à 60 francs, la sucrerie française fut prospère. Mais, à mesure que le prix du sucre baissa (il tomba jusqu'à 37 francs en 1884), l'industrie périclita et de tous les côtés on réclama, pour conjurer la crise, un changement de législation.

En mai 1882, le Comité central convoqua un Congrès sucrier qui eut lieu à *Saint-Quentin*, et dans lequel, après avoir repoussé l'impôt sur la betterave, — auquel on trouvait une foule d'inconvénients — on émit, à l'unanimité moins 2 voix, un vœu demandant aux Pouvoirs publics de transformer le régime de l'impôt au degré en un droit unique de 25 francs par quintal de sucre de toute espèce.

La résolution votée au Congrès de Saint-Quentin n'eut pas de suite. Après avoir été vivement soutenu par une partie de la presse spéciale, après avoir été accepté en principe par plusieurs ministres qui avaient promis de s'en faire les défenseurs devant le Parlement, après avoir eu les sympathies de bon nombre de conseils généraux, l'impôt unique rencontra bientôt des adversaires qui n'eurent pas de peine à démontrer qu'il n'apporterait aucun soulagement à la sucrerie et à l'agriculture, et qu'il n'aurait d'autre résultat que d'appauvrir le Trésor d'une somme d'environ 50 millions par an.

L'année suivante un nouveau Congrès sucrier eut lieu à *Amiens*.

Différents systèmes de législation y furent présentés. Le Comité central, fidèle à ses anciennes opinions, soutint l'impôt unique à 25 francs. **Mazuriez** qui avait fait une propagande active et infatigable en faveur de l'impôt sur la betterave, soutint ce dernier système avec éloquence et conviction. **A. Vivien** préconisa l'impôt sur la masse cuite, etc.

Les fabricants ne purent se mettre d'accord pour demander l'application d'un système identique ; néanmoins trois systèmes furent pris en considération :

L'impôt unique ;

L'impôt sur la betterave, et

L'impôt sur la masse cuite.

Les fabricants furent ensuite appelés à se prononcer par correspondance et d'une manière définitive sur l'un ou l'autre de ces systèmes.

Les résultats de cette sorte de plébiscite-sucrier furent les suivants :

Sur 496 fabriques dont 50 en liquidation, il y eut 332 votants.

L'impôt unique à 25 francs réunit.	160 voix.
L'impôt sur la betterave.	107 —
L'impôt sur la masse cuite	42 —
Divers	23 —

Ainsi les fabricants ne surent se mettre d'accord sur aucun système. Mais on constatait que l'impôt unique, acclamé à l'unanimité l'année précédente au Congrès de Saint-Quentin, avait perdu beaucoup de terrain, tandis que l'impôt sur la betterave avait fait des progrès incontestés.

Devant ce résultat négatif, les fabricants de sucre ne purent agir. Et cependant le prix du sucre baissait toujours et l'étranger inondait la France de ses produits.

La proposition de loi d'**Edmond Robert**, député de l'Oise, tendante à faire établir une surtaxe de 7 francs sur les sucres étrangers à leur entrée en France, ramena la question de la législation sucrière sur le tapis au commencement de 1884. Fabricants et cultivateurs entreprirent une vaste agitation au sujet de cette législation, et la Commission nommée par la Chambre des Députés pour examiner le projet de loi Robert ouvrit une enquête sérieuse et appela dans son sein les représentants de la sucrerie et de l'agriculture pour entendre leurs doléances.

On était loin d'être d'accord sur le système d'impôt à proposer.

Le Comité central répugnait toujours à se rallier à l'impôt sur la betterave, qui trouvait, au contraire, d'énergiques défenseurs en MM. Mazuriez, Dureau et Gallois, dont les articles et les brochures portèrent la conviction chez bien des esprits indécis. De nombreuses réunions de fabricants de sucre et de cultivateurs eurent lieu à Paris et dans les principales villes de la région du Nord, où les partisans de ce système d'impôt, devenant tous les jours plus nombreux, s'attachaient à en démontrer l'excellence et les bienfaits. Bientôt la culture presque tout entière fut gagnée à cette cause et le comité central qui, en dernier lieu, s'était fait le champion de l'impôt sur le jus, fit enfin cause commune avec la grande masse de ses mandants et des cultivateurs.

Dès lors, l'impôt sur la betterave n'eut plus que de rares adversaires et il fut consacré par la loi du 29 juillet 1884, qui établit également, mais d'une façon provisoire, une surtaxe de 7 francs sur les sucres étrangers importés en France.

Voici les dispositions de cette loi que nous croyons utile de reproduire *in extenso*, d'après le *Journal officiel* du 30 juillet 1884 :

ARTICLE PREMIER. — Les droits sur les sucres de toute origine et les glucoses indigènes livrés à la consommation sont fixés ainsi qu'il suit, décimes et demi-décimes compris :

Sucres bruts et raffinés. . . fr.	50	» par 100 kil. de sucre raffiné.
Sucre candi	53	50 par 100 kil.
Glucoses	10	» par 100 kil.

Sont, en outre, modifiés comme suit les droits des dérivés du sucre énumérés ci-après :

Mélasses autres que pour la distillation, ayant en richesse saccharine absolue 50 % ou moins, 15 francs par 100 kil.

Mélasses autres que pour la distillation, ayant en richesse saccharine absolue plus de 50 %, 32 francs par 100 kil.

Chocolat, 93 francs par 100 kil.

ART. 2. — Les droits sur les sucres bruts ou raffinés de toute origine, employés au sucrage des vins, cidres et poirés, avant la fermentation, sont réduits à 20 francs les 100 kil. de sucre raffiné.

Un règlement d'administration publique déterminera préalablement les mesures applicables à l'emploi de ces sucres.

ART. 3. — Tout fabricant de sucre indigène pourra contracter avec l'administration des contributions indirectes un abonnement en vertu duquel les quantités de sucres imposables seront prises en charge d'après le poids des betteraves mises en œuvre.

Cette prise en charge sera définitive quels que soient les manquants ou les excédents qui pourront se produire.

Elle aura lieu aux conditions ci-après :

Procédés de fabrication :	Rendement par 100 kil. de betteraves :
Diffusion ou tout autre procédé analogue. . . .	6 kil. sucre raffiné.
Presses continues ou hydrauliques	5 —

Les sucres, sirops et mélasses obtenus dans les fabriques abonnées en excèdent du rendement légal, seront assimilés au sucre libéré d'impôt.

Pendant les trois campagnes de fabrication 1884-1885, 1885-1886, 1886-1887, il sera alloué aux fabricants non abonnées un déchet de 8 % sur le montant total de leur fabrication.

Un décret déterminera les obligations qui seront imposées aux fabricants abonnées pour la garantie des intérêts du Trésor.

ART. 4. — A partir du 1^{er} septembre 1887, les quantités de sucre imposable seront prises en charge dans toutes les fabriques d'après le poids des betteraves mises en œuvre, quel que soit le procédé d'extraction des jus.

Les rendements seront fixés comme suit par 100 kil. de betteraves :

Campagne 1887-1888, 6 kil.	250 de sucre raffiné.
— 1888-1889, 6 kil.	500 —
— 1889-1890, 6 kil.	750 —
— 1890-1891, 7 kil.	» —

ART. 5. — Les sucres des Colonies françaises importés directement en France auront droit à un déchet de fabrication de 12 %.

ART. 6. — Les sucres en grains ou petits cristaux, agglomérés ou non, seront reçus à la décharge des comptes d'admission temporaire de sucres bruts, pour la quantité de sucre raffiné qu'ils seront reconnus représenter, lorsque leur rendement net, établi conformément aux dispositions de la loi du 19 juillet 1880, sera au moins de 98 %.

ART. 7. — La taxe complémentaire de 10 francs par 100 kil. établie par l'article 1^{er} sera appliquée aux sucres de toute espèce déjà libérés d'impôt, ainsi qu'aux matières en cours de fabrication également libérées d'impôt.

existant, au moment de la promulgation de la présente loi, dans les raffineries, fabriques ou magasins ou dans tous autres lieux en la possession des raffineurs, fabricants ou commerçants ; les quantités seront reprises par voie d'inventaire ; seront toutefois dispensées de l'inventaire les quantités n'excédant pas 1,000 kil. de sucre raffiné.

ART. 8. — Les fabricants et raffineurs auront à souscrire des soumissions complémentaires en garantie du droit de 10 francs par 100 kil. pour les sucres de toute espèce et les matières en cours de fabrication placées sous le régime de l'admission temporaire.

L'apurement de ces soumissions aura lieu dans les conditions appliquées au moment de la mise en vigueur de la loi du 31 décembre 1873.

ART. 9. — Le rendement minimum fixé par l'article 18 de la loi du 19 juillet 1880 sera porté à 80 % pour les sucres d'origine européenne ou importés des entrepôts d'Europe.

ART. 10. — A partir de la promulgation de la présente loi, et jusqu'au 13 août 1886, les sucres bruts et les sucres non assimilés aux sucres raffinés, importés des pays d'Europe ou des entrepôts d'Europe, seront frappés d'une surtaxe non remboursable de 7 francs par 100 kil.

ART. 11. — Les dispositions des lois antérieures continueront d'être appliquées en tout ce qui n'est pas contraire à la présente loi.

L'impôt sur le sucre a rapporté au gouvernement français :

145,746,506 francs en 1882-83, et

136,881,000 francs en 1883-84,

c'est-à-dire beaucoup plus que dans n'importe quel autre pays producteur de sucre.

Nous terminons en donnant les résultats de l'importation et de l'exportation en 1882 et 1883.

Importation et exportation de sucre en France.

En tonnes.

I. Importation	1882	1883
Sucre de canne des Colonies françaises	96,552	78,628
— de l'étranger.	74,485	27,027
Sucre de betteraves d'Allemagne	32,742	46,635
— de Belgique.	36,263	26,393
— d'Autriche	6,271	14,946
— d'autres pays	688	1,036
Sucre raffiné.	7,008	8,985
Mélasse	(43,840)	(53,271)
Sucre total importé (compté en sucre brut).	254,850	204,727

II. Exportation.

Sucre de canne des Colonies françaises	2,691	5,362
— de l'étranger.	2,970	3,482
Sucre de betteraves français	39,743	46,930

Sucre raffiné en pains	109,562	120,054
— divers	4,814	540
Mélasse	2,099	2,287
Sucre total exporté (compté en sucre brut) .	173,504	190,839
Consommation en sucre raffiné	408,239	393,976

Voici les différents pays vers lesquels l'exportation de sucre raffiné en pains s'est faite :

	En tonnes.	
	1882	1883
Angleterre	43,890	44,030
Belgique	1,040	410
Suisse	7,440	9,080
Turquie	4,690	6,310
Russie	7,400	5,510
Italie	860	400
Algérie	11,410	12,220
États barbaresques	4,750	4,900
Égypte	2,840	2,300
République Argentine	5,930	9,130
Chili	4,450	7,300
Uruguay	1,740	2,360
Pays divers	13,110	16,100
Total	109,560	120,050

2. ALLEMAGNE.

L'industrie sucrière allemande a pris un développement extraordinaire dans ces dernières années. (Voir page 538 de cette *Troisième*.) Sa production dépasse actuellement de beaucoup celle du Cuba, de la France ou de l'Autriche.

Nous donnons ici (page 545) un tableau complet de la production dans les différentes provinces de l'Allemagne.

Ces chiffres sont extraits d'un rapport officiel du gouvernement allemand, basé sur une enquête soignée et peuvent être considérés comme presque absolument exacts. On y a compris le sucre provenant des mélasses achetées et de celles qui étaient restées des campagnes antérieures. Cependant le rapport avait omis d'indiquer les quantités de sucre produites dans 4 raffineries qui s'occupaient exclusivement d'extraire le sucre des mélasses d'après le procédé à la strontiane. Nous avons comblé cette lacune, en y ajoutant ce chiffre d'après les indications de W. Herbertz, D. Z. I. du 15 mai 1885.

Voici encore quelques indications sur le prix des betteraves, le mode de travail dans les fabriques, etc., également d'après des sources officielles.

Le prix des betteraves varie de M. 1-80 à 2-00 fr. 2-23 à fr. 3-22 les 100 kil., suivant l'époque de la livraison, la distance du champ à la fabrique, et surtout

Résultats de la campagne 1883-1884.

	Nombre de fabriques.	BETTERAVES travaillées (en tonnes de 1000 kil.)	SUCRE BRUT(*) produit (en tonnes de 1000 kil.)	POUR 100 KIL. DE BETTERAVES		
				Sucre.	Mélass ^e	Pulpes
I. Prusse.						
Prov. de Saxe	133	3.180.407	342.722	10.78	2.35	48.2
— de Silésie	56	1.284.525	127.752	9.94	2.33	48.7
— de Hanovre	34	900.560	99.970	11.10	2.53	51.6
— Rhénane	10	354.880	37.162	10.47	1.87	50.9
— de Westphalie	3	81.701	8.516	10.42	2.02	52.7
— de Hessen-Nassau	2	66.269	6.255	9.44	3.08	50.3
— de Schleswig Holstein.	3	59.950	5.438	9.07	2.22	42.8
— de Brandebourg	15	220.259	22.479	10.20	2.67	43.5
— de Poméranie	5	101.165	10.388	10.27	2.20	45.6
— de Prusse orientale	3	53.099	5.218	9.83	2.04	50.3
— de Prusse occidentale.	13	372.026	38.870	10.45	2.26	50.1
— de Posnanie	13	436.720	45.608	10.44	2.42	45.8
II. Autres pays.						
Brunswick	30	705.256	74.849	10.61	1.95	50.7
Anhalt	31	519.006	54.627	10.52	2.43	46.6
Mecklemburg	4	118.809	12.309	10.36	2.02	54.9
Thuringe	6	153.278	17.087	11.15	1.89	47.2
Schwarzburg.	2	51.344	5.635	10.98	2.16	49.6
Saxe (royaume).	2	37.223	3.501	9.41	2.55	50.6
Bavière.	2	41.335	3.840	9.29	3.42	49.5
Wurtemberg.	5	109.350	10.790	9.87	3.33	47.7
Bade	1	35.117	3.674	10.46	2.76	43.9
Hesse (grand-duché)	1	22.069	2.082	9.43	2.95	47.6
Luxembourg (**).	2	13.780	1.335	9.69	2.33	57.6
Travail direct de la mélasse	(4)	—	20.500	—	—	—
Total en 1883-84.						
Total en 1882-83.						

* Le sucre blanc produit dans quelques fabriques a été compté en sucre brut (100 kil. de sucre raffiné = 125 kil. de sucre brut).

** Le grand-duché de Luxembourg appartient à l'Union douanière allemande. La production est donc comprise dans celle de l'Allemagne.

suivant la quantité plus ou moins grande de pulpes (25 à 50 %) que la fabrique s'engage à rendre. En outre, on stipule fréquemment des conditions se rapportant à l'assolement, à la qualité des graines et à l'espèce d'engrais à employer. (Les fabriques fournissent le plus souvent elles-mêmes les graines et l'engrais gratuitement ou à des prix réduits.)

Parmi les 376 fabriques de sucre que compte l'Allemagne, 184 ont employé un des procédés servant à désucrer la mélasse, savoir :

L'osmose	115 fabriques (rendement	21,10 %;
L'éluion	46 —	34,55 %;
La substitution	13 —	30,82 %;
La précipitation	4 —	—
Le procédé à la strontiane.	4 —	40,34 %;
La séparation.	2 —	34,18 %;

N. B. — Nous avons mis entre parenthèses pour chacun de ces procédés le rendement en sucre obtenu pour 100 kil. de mélasse travaillée.

Presque toutes les fabriques allemandes (368) travaillent avec la diffusion, 6 fabriques seulement ont conservé les presses, 1 la macération et 1 travaille par centrifuges. Le nombre de toutes les machines à vapeur qui fonctionnent dans les fabriques à sucre est de 3,715 avec une force totale de 46,158 chevaux.

Les propriétaires des fabriques avaient cultivé en tout 140,843 hectares de terre qui ont rendu 4,205,064 tonnes de betteraves, soit en moyenne 29,850 kil. par hectare (*).

Les rendements ont varié de 20,000 à 34,000 kil. d'une province à l'autre. Si nous examinons les récoltes des dernières années, nous trouvons que les plus fortes récoltes étaient celles du Brunswick, du Hanovre, de la Prusse rhénane et du Brandebourg; les plus faibles étaient celles du Luxembourg, de la Bavière, de la Thuringe et de la Poméranie. Les betteraves ont donné le plus fort rendement en sucre en Thuringe, Mecklembourg, Hanovre et Brunswick, le plus faible rendement en Wurtemberg, Silésie, Brandebourg et Bade. La Silésie qui, dans le temps, était renommée pour ses betteraves riches, obtient maintenant un très faible rendement en sucre.

Passons maintenant au bilan général de la production de l'importation, de l'exportation et de la consommation du sucre en Allemagne. Nous avons réuni les chiffres dans le tableau suivant :

	En tonnes de 1,000 kil.	
	En 1883-84	En 1882-83
Sucre brut produit (**)	960,609	848,995
Sucre brut importé	5,379	6,651
Sucre brut exporté	595,814	472,551
Consommation (par différence)	370,171	382,973
Sucre brut entré dans les 57 raffineries allemandes.	322,704	296,975

(*) Le rendement moyen en 1882 était de 34,400 kilogrammes par hectare; il est vrai que c'était une année exceptionnelle.

(**) Dans la quantité de sucre brut produit, on a compris (pour la campagne 1883-84), 27,913 tonnes de sucre blanc (mélis) réduit en sucre brut d'après la proportion de 100 à 125.

L'exportation de sucre brut s'est faite notamment dans les pays suivants (déduction faite des quantités importées) :

Angleterre	378,417 tonnes.
Pays-Bas	61,721 —
Hambourg (*)	49,393 —
France.	10,172 —
Suède et Norvège	7,604 —
États-Unis d'Amérique	7,015 —
Italie	2,079 —
Belgique	2,029 —
Pays divers	1,170 —
Total	489,300 tonnes.

Du sucre raffiné de toute espèce a été exporté dans les pays suivants (déduction faite des quantités importées) :

Hambourg et Brême (*)	38,598 tonnes.
Angleterre	13,790 —
Suède et Norvège	13,716 —
Suisse	8,925 —
Russie	6,781 —
Belgique	5,192 —
Danemark	1,479 —
France.	637 —
Pays-Bas	602 —
Pays divers	2,847 —
Total.	92,567 tonnes.

On a exporté 25,026 tonnes de mélasse (en France 13,617, en Belgique 5,843, aux Pays-Bas 2,706 tonnes, etc.). De cette quantité il faut déduire 264 tonnes de mélasse importée.

Le gouvernement allemand prélève un impôt de 1-60 mark par 100 kil. (20 francs par 1,000 kil.) de betteraves.

Le drawback à l'exportation se monte, depuis le mois de septembre 1883, à 18 marks (**) (fr. 22-35) par 100 kil. de sucre brut titrant au moins 88 degrés au saccharimètre. Cela correspond à un rendement de 8,89 % de sucre par 100 kil. de betteraves, alors que le rendement réel était de 9,71 % en 1882-83 et de 10,77 % en 1883-84 (***).

Aujourd'hui qu'il existe des statistiques très exactes sur l'Allemagne, il nous sera facile de calculer les primes que reçoit l'industrie allemande.

En nous basant sur les dispositions de la nouvelle loi, nous trouvons qu'il y avait, dans la campagne de 1883-84, un excédent de production égal à

(*) Hambourg et Brême n'appartiennent pas à l'Union douanière allemande.

(**) Le drawback est de 20-20 marks pour le sucre raffiné en pains et le sucre candi. Il est de 20-80 marks pour les autres espèces de sucre raffiné.

(***) Le rendement était de 8,65 % en 1879-80, de 9,04 % en 1880-81 et de 9,92 % en 1881-82.

10,77 — 8,89 = 1,88 % de sucre, soit une prime de fr. 3-88 par 100 kil. de sucre produit.

Pour la campagne de 1882-83, le calcul donne un excédent de 9,71 — 8,89 = 0,82 % de sucre, correspondant à une prime de fr. 1-88. (En réalité, la prime était, dans ce dernier cas, de fr. 2-90 parce qu'elle a été faite sous l'empire de l'ancienne loi.) Ces primes sont certainement notables et devraient être supprimées dans l'intérêt même de l'Allemagne, mais de là aux chiffres fantaisistes donnés par certains journaux, il y a bien loin, comme on voit.

Du reste, le gouvernement allemand, le parlement et même plusieurs personnes intéressées dans l'industrie sucrière se sont occupés sérieusement de la question de faire disparaître ces primes.

Une commission d'enquête instituée par le gouvernement a proposé dans ce but d'élever l'impôt de 1-60 mark à 1-70 mark par 100 kilogrammes de betteraves, et d'abaisser les drawbacks à 17-15 marks par 100 kilogrammes de sucre brut. Cela correspondrait à un rendement de 9,30 % de sucre par 100 kilogrammes de betteraves, conformément à la moyenne constatée pour les 3 dernières campagnes. (D. Z. I. IX, N° 14.)

W. Herbertz, le rédacteur de la *Deutsche Zuckerindustrie* a proposé, de son côté, une diminution graduelle de l'impôt sur la betterave, d'abord à 1-40 mark, et puis à 1-20 mark par 100 kilogrammes (fr. 15 par 1,000 kil.) de betteraves, en comptant pour les drawbacks un rendement de 9,52 % de sucre par 100 kilogrammes de betteraves. Les primes disparaîtraient ainsi ou se réduiraient au moins à leur minimum ; en même temps les recettes de l'État ne fléchiraient pas, car la diminution du taux de l'impôt serait compensée par une augmentation correspondante de la consommation. Quant aux mélasses, il ne convient pas de les imposer séparément, pour ne pas entraver le principe si bienfaisant de l'impôt sur la betterave. Du reste, le gain que quelques fabricants retirent du désucrage de la mélasse serait bientôt compensé pour les autres fabricants par une élévation du prix de la mélasse.

Le système préconisé par W. Herbertz nous paraît excellent. Malheureusement il a été abandonné provisoirement par suite de la nouvelle législation française qui accorde des primes notables aux industriels de ce pays.

Ajoutons quelques mots sur les recettes du gouvernement allemand pendant les deux dernières campagnes.

(En marks à fr. 1-24)	1882-83.	1883-84.
Recette brute (production et importation).	141,685,054	144,090,946
Drawback à l'exportation.	90,040,871	108,939,621
Différence.	51,644,183	35,151,325
Frais de perception.	5,598,178	5,707,603
Recette nette : Marks.	46,046,005	29,443,721
ou francs.	57,097,000	36,510,000

L'industrie sucrière allemande doit sa grandeur non seulement à sa législation et à ses conditions économiques, mais encore en grande partie aux efforts individuels et collectifs de ses fabricants, ses chimistes, ses mécaniciens et ses agriculteurs.

C'est la Société générale des fabricants de sucre à qui revient en premier

lieu le mérite d'avoir secondé tous les efforts tendants à l'amélioration de l'industrie sucrière. Elle a érigé le laboratoire central de Berlin, dirigé d'abord par le D^r Scheibler, et puis par le D^r Degener. Elle a établi, en outre, en partie à ses propres frais, en partie aux frais du gouvernement d'Anhalt, la station agricole de Bernburg, dirigée par le D^r Hellriegel, et destinée spécialement à l'étude de la culture de la betterave. Elle publie un journal scientifique (*Zeitschrift*) et subventionne les bulletins commerciaux rédigés d'abord par M. Licht et, depuis peu, par W. Herbertz. De plus, elle est entrée en relations avec des sociétés d'assurance contre l'incendie, des sociétés ayant pour but d'assurer la vie des employés, etc.

Une somme de 12,000 marks (Markgraf-Stiftung) a été destinée pour subventionner des jeunes gens qui promettent de devenir plus tard utiles à l'industrie sucrière. Une autre somme de 15,000 marks a été destinée à la solution d'une question industrielle (voir page 52 de cette Revue).

Mais, ce sont surtout les nombreuses réunions des membres de l'Association qui offrent un grand intérêt.

Tous les ans, il y a une réunion générale de tous les membres de la Société qui dure plusieurs jours et à laquelle on invite les directeurs, les chimistes, les mécaniciens, enfin, toutes les personnes qui peuvent contribuer aux progrès de l'industrie. Mais ce n'est pas tout. Pour rendre plus utiles les discussions à l'assemblée générale, la Société se subdivise en sections groupées d'après les différentes provinces, et dont les membres se réunissent très fréquemment, pour discuter les questions intéressant spécialement les fabricants de chaque province.

Citons, parmi ces sections, celles de Halle, de Braunschweig, de Halberstadt, de Magdebourg, d'Egeln, de la Silésie, de l'Allemagne orientale, de Oderbruch et de Brandebourg, et dont les réunions offrent beaucoup d'intérêt.

L'association générale des fabriques allemandes comprend (1884) 350 fabriques, qui payaient jusqu'ici une contribution volontaire de 20 marks (25 francs) par million de kilogrammes de betteraves travaillées. Désormais la contribution sera réduite aux $\frac{3}{4}$ de ce chiffre.

Le laboratoire central de Berlin, dirigé par le D^r Degener, a exécuté pendant la dernière année 1,400 travaux analytiques. De plus, il y a eu en été 1883 42 étudiants, pendant l'hiver suivant 15 et, en été 1884, 32 étudiants occupés dans ce laboratoire.

En outre, il existe encore plusieurs autres écoles destinées spécialement à former des chimistes pour l'industrie sucrière, notamment celles de Brunswick et de Hildesheim.

3. AUTRICHE.

Pour donner une idée de l'importance de l'industrie sucrière en Autriche-Hongrie, nous résumons d'abord les résultats de la campagne 1881-1882, en consultant partiellement un rapport officiel publié sur cette campagne.

Voici (*) les chiffres officiels de la production de chaque province de cet empire :

(*) B. Z. VII, p. 461.

PROVINCES.	Nombre de fabriques.	Betteraves travaillées en tonnes à (1,000 kilog.).
Bohême.	155	2,832,643
Moravie.	49	1,016,748
Silésie	8	195,877
Basse-Autriche	3	41,893
Galicie	1	13,613
Hongrie.	14	196,100
Total	230	4,296,874

Mais en Autriche les betteraves ne sont pas pesées directement. On évalue simplement la production journalière d'après les dimensions des diffuseurs et des presses; on ne peut donc considérer ces chiffres comme absolument exacts. On admet généralement que les chiffres réels dépassent de 6 à 8 % ceux acceptés par le gouvernement, de sorte qu'on peut compter que le chiffre des betteraves travaillées dans cette campagne a été de 4,600,000 tonnes.

La quantité de sucre brut produite était évaluée à 498,000 tonnes, ce qui ferait supposer un rendement élevé en sucre. Mais comme cette statistique est fort incertaine, il ne convient pas de s'y arrêter trop.

Passons à d'autres détails publiés sur cette campagne.

Voici la consommation totale de combustible :

2,016,570 tonnes de houille (*) et de lignite ;
9,179 — de bois ;
6,748 — de coke ;
30 — de charbon de bois.

Le prix de la houille variait de 7 à 40 francs la tonne (en Bohême de 8 à 20 francs), celui du lignite de 4 1/2 à 20 francs, du bois de 40 à 100 francs, du coke de 23 à 40 francs.

De plus, on consommait 33,804 tonnes de noir animal au prix de 17 à 400 francs la tonne.

Les fabriques occupaient en tout 45,057 ouvriers, dont le salaire variait de 70 centimes à fr. 4-50 par jour, et 20,564 ouvrières qui recevaient chacune de 40 centimes à fr. 3-40 par journée.

Le prix de la betterave variait de 20 à 35 francs les 1,000 kilog.

213 fabriques avaient adopté le système de la diffusion. Il y avait en tout 216 batteries de diffuseurs, composées de 1,958 diffuseurs d'un volume total de 14,867 hectolitres.

37 presses hydrauliques étaient établies dans les 17 autres fabriques.

Pour l'épuration des jus, on comptait dans toutes les fabriques de sucre :

308 chaudières de défécation ;
1,474 — à carbonater, et
3,273 filtres à noir.

Pour l'évaporation, il y avait :

499 appareils à double effet, système Robert ;
112 — à triple effet, — —
20 — de divers systèmes, et
55 — à air libre.

(*) La grande consommation de combustible s'explique par le système fiscal de l'Autriche.

De plus, il y avait :

365 appareils de cuite ;
1,307 batteries d'osmogènes, etc.

En 1882-83, les fabriques autrichiennes ont travaillé, d'après les données officielles, 4,834,000 tonnes de betteraves et ont produit environ 473,000 tonnes de sucre brut. En réalité, la quantité de betteraves travaillées a été probablement de 8 % plus élevée.

Aussi, la production de sucre en tous jets n'est évaluée par Licht qu'à 8,5 % du poids de la betterave.

Dans la campagne 1883-84, on a travaillé en Autriche, d'après les données officielles, 4,485,656 tonnes de betteraves (en réalité probablement 6 à 8 % de plus).

La production en sucre brut peut être évalué à près de 450,000 tonnes.

La production en sucre de l'Autriche est restée à peu près stationnaire pendant les dernières années. Mais elle a progressé sur une forte échelle, quand on la compare à celle des années précédentes. En effet, elle n'était que de 182,000 tonnes dans la campagne 1870-71 et de 161,000 tonnes dans la campagne 1871-72.

L'importation de sucre en Autriche est à peu près nulle.

L'exportation est, au contraire, très considérable.

Elle s'élevait (*) pour l'année 1883 à :

138,793 tonnes de sucre brut, et
125,746 — de sucre raffiné.

Le sucre brut est exporté principalement vers l'Allemagne et surtout en Saxe, et passe de là en Angleterre, en France et en d'autres pays.

Le sucre raffiné est expédié principalement par la voie de Trieste, et trouve ses débouchés surtout en Orient. La plus grande partie est produite à l'état de pilés.

Voici les quantités de sucre raffiné expédiées par la seule voie de Trieste en 1883 :

En Turquie.	32,690 tonnes.
En Grèce	9,200 —
En Italie.	7,468 —
En Egypte	3,188 —
En Bulgarie	1,103 —
En Roumanie	470 —
En Espagne.	446 —
En Tripolitaine et Tunisie	453 —
En Monténégro	69 —
En divers pays.	67 —
Aux ports autrichiens.	3,418 —
Par la voie de terre	593 —
Sucre brut.	67 —
Total.	59,175 tonnes.

(*) L'exportation de sucre brut était de 65,000 tonnes seulement pendant la campagne 1871-72

La création de grandes raffineries en Italie a diminué notablement dans ces derniers temps l'exportation de sucre raffiné vers ce pays, mais, par contre, pourrait-on compter plus tard sur une forte exportation de sucre brut en Italie. Cette exportation a été empêchée, jusqu'ici, par le tarif fort élevé des chemins de fer autrichiens, alors que le transport en Allemagne, par les bateaux de l'Elbe, coûtait beaucoup moins cher.

Ainsi, le transport de 10,000 kilogrammes de sucre de Prague à Hambourg (distance de 655 kilomètres) ne coûte que 303 francs, alors que celui de Prague à Trieste (945 kilomètres) coûte 522 francs, soit 20 p. c. de plus par kilomètre de distance. — Cette différence de prix est tellement considérable qu'on a déjà essayé de transporter du sucre de Prague en Italie par la voie de Hambourg.

Depuis l'achèvement du tunnel de Saint-Gothard, l'Allemagne est devenue la principale concurrente de l'Autriche en Italie. Cela s'explique facilement si l'on considère, par exemple, que le transport de 1,000 kilogrammes de sucre à Sempierdarena (Italie) coûte :

De Magdebourg	fr. 49 12
De Prague	66 20
De Vienne	81 00

De même, on paye de Vienne à Venise 47 francs et de Magdebourg à Venise (à une distance *double*) seulement fr. 42-60.

Les mêmes conditions défavorables existent pour les transports en Orient, et, par suite, ce débouché naturel de l'Autriche est également menacé par le sucre allemand.

Ainsi, le transport de 1,000 kilogrammes de sucre de Prague à Constantinople coûte, par la voie de Hambourg et de Gibraltar, 28 francs de moins que par la voie de Trieste.

Les fabricants de sucre ont fait des réclamations continuelles pour faire cesser cet état de choses. Le gouvernement autrichien s'est ému de ces plaintes, et a intercédé en faveur des fabricants près des administrations des chemins de fer et des bateaux à vapeur. Ces démarches ont pleinement réussi.

Le tarif pour l'envoi des sucres de Tetschen ou Bodenbach (Bohême), à Trieste, a été réduit à fl. 218-80 (455 francs) pour 10,000 kilogrammes de sucre.

Le transport des sucres de Trieste aux Indes et en Chine coûtera désormais par 1,000 kilogrammes de sucre :

A Aden	fl. 8 en or = fr. 20 »
A Bombay, Colombo, Calcutta.	12 » = 30 »
A Penang, Singapore	20 » = 50 »
A Hong-Kong.	25 » = 62 50

Le transport des sucres en Roumanie se fait principalement par la Société des Bateaux à vapeur du Danube. Il coûtera désormais de Vienne à Braïla ou Galatz 20 florins (50 francs) par 1,000 kilogrammes de sucre. A Routhouk, il ne sera que de fl. 19-20 (48 francs).

Mentionnons encore que le sucre autrichien est exporté en Suisse, qui ne prélevait jusqu'ici qu'un droit de 7 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

D'après Görz (*), il est même probable qu'une partie du sucre autrichien est, en outre, consommée dans l'Allemagne du Sud.

L'importation des mélasses et des sirops en Autriche était de 1,188 tonnes en 1881, et l'exportation de 2,755 tonnes. L'une et l'autre se faisaient exclusivement avec l'Allemagne.

Nous n'avons pas de données exactes sur la consommation du sucre en Autriche. Les uns l'estiment à 170,000 tonnes, ou 4,5 kilogrammes par tête d'habitant; les autres à 230,000 tonnes ou 6 kilogrammes par tête.

Passons au système fiscal.

L'impôt est de 8 florins (fr. 16-60) par 1,000 kilogrammes de betteraves. La quantité de betteraves travaillées est déterminée d'après une loi fort compliquée, que nous ne reproduirons pas ici dans tous ses détails. Disons seulement que, pour une batterie de 9 diffuseurs, on compte un travail journalier de 1,800 kilogrammes de betteraves par hectolitre de capacité des diffuseurs. Chaque diffuseur doit être rempli de cossettes 50 fois par jour; un compteur automatique sert à contrôler cette dernière condition.

De plus, les fabricants de sucre doivent garantir au gouvernement une recette minimum qui était de 10,800,000 florins en 1882-83, et de 11,200,000 florins pour la campagne de 1883-84.

Pour l'année 1882-83, le gouvernement a reçu un excédent de 737,342 florins sur le minimum garanti; pour 1883-84, on craignait, au contraire, qu'il y eût un déficit de 380,000 florins qui aurait été réparti entre tous les fabricants de sucre.

On avait évalué :

Le produit de l'impôt sur le sucre	fl. 33,449,494
Les drawbacks à l'exportation	22,629,707
Soit recettes nettes du gouvernement	fl. 10,819,787

Ces chiffres ne sont, du reste, pas encore définitifs (**).

Voici enfin les dividendes distribués par quelques fabriques de sucre en Autriche pour l'année 1881 :

Fabrique Mödritz	30,95 %
— Fr. Zinkendorf	25,00 %
— Dolloplas	16,16 %
Raffinerie de Troppan	23,00 %
— Prague	10,00 %

Depuis lors, les bénéfices ont certainement diminué notablement par suite de la crise, et on signale déjà des faillites importantes, notamment celle de Pecek.

Le développement de l'industrie sucrière en Autriche a été puissamment secondé (comme en Allemagne) par la formation d'associations des fabricants de sucre. La principale de celles-ci est l'Association générale des fabricants de sucre de l'Autriche qui se compose de 121 membres adhérents (fabricants de

(*) J. Görz. Handel und Statistik des Zuckers.

(**) D. Z. J. IX, nos 22 et 30.

sucré) et de 31 membres honoraires. Son but est, avant tout, de défendre les intérêts de l'industrie sucrière en Autriche. De plus, elle publie pour son compte un journal connu sous le nom de : *Organe de Vienne*, qui est rédigé par le Dr Kohlrausch. En outre, elle entretient un laboratoire central, dirigé également par le Dr Kohlrausch.

On a fait dans ce laboratoire pendant l'année 1882 en tout 2,948 analyses, savoir :

1,996 analyses de sucre ;		
24	—	de mélasse ;
102	—	de betteraves ;
211	—	de noir animal vieux ;
343	—	de noir animal neuf ;
12	—	de calcaire, d'écumes et de houille ;
16	—	d'eau ;
168	—	d'engrais ;
82	—	diverses (vins, blés, colle, os, etc.).

La cotisation des membres était jusqu'ici de 120 florins, mais, vu le bon état des finances de l'Association, elle vient d'être réduite à 100 florins. En outre, chaque fabrique payait une taxe supplémentaire proportionnelle à la prise en charge.

L'Association tient chaque année une assemblée générale qui a eu lieu, la dernière fois, à Oedenburg (Hongrie), les 3 et 4 juin 1883. 70 membres et 120 personnes étrangères à la Société ont assisté aux séances de cette assemblée.

À côté de l'Association générale, il existe plusieurs associations de province dont la plus importante est :

L'Association des fabricants de sucre de la Bohême, qui compte 343 membres et dont le budget annuel se monte à 17,000 florins.

Cette association publie aussi un journal en langue allemande, appelé *Böhmische Zeitschrift*, et rédigé par le docteur Nevole, à Prague. De plus, elle publie un journal quotidien appelé « Le marché du sucre à Prague » (*Marktbericht*), et un journal en langue bohémienne.

Il existe encore diverses autres associations, savoir :

1) L'Association des fabricants de sucre de la Bohême orientale, à laquelle prennent part 60 fabriques de sucre et 106 employés, en tout 166 membres ;

2) L'Association des fabricants de sucre de la Bohême septentrionale ;

3) L'Association des fabricants de sucre de la Bohême centrale ;

4) Le Club des fabricants de Moravie et de Silésie.

Toutes ces associations tiennent des réunions fréquentes, dans lesquelles on discute les questions économiques, les progrès industriels et scientifiques, etc. Elles ont largement contribué au développement de l'industrie sucrière en Autriche.

Mentionnons encore qu'il existe à Prague une société d'assurances qui compte 192 membres, et qui a assuré en 1883-1884 la somme de 50 millions de francs.

Elle a fait sur cette somme un bénéfice net de 400,000 francs. De ce chiffre,

125,000 francs ont été consacrés à soutenir une caisse d'assurances. Celle-ci permet aux employés des fabriques de s'assurer, au moyen d'une rétribution périodique très faible, une pension pour leur vieillesse, ou à payer après leur décès au profit de leur famille.

1,210 employés profitent des avantages de cette caisse, savoir :

451 employés techniques de l'industrie sucrière ;

420 — administratifs — —

339 — pour l'agriculture ou la sylviculture.

Le revenu moyen de ces employés était, d'après leurs indications, environ de 2,000 francs par an ; plus des deux tiers étaient mariés. Leur âge variait de 17 à 76 ans, mais on a décidé qu'à l'avenir la limite d'âge sera 40 ans au maximum.

Ajoutons que le gouvernement autrichien, et notamment le ministre du commerce, montre une très grande sollicitude pour l'industrie sucrière. Les consuls d'Autriche, par exemple, ont été chargés de faire des rapports sur tout ce qui peut intéresser cette industrie, et tous ces rapports sont immédiatement transmis à l'*Association générale des fabricants de sucre*. Citons, entre autres, les rapports des consuls à Londres, Smyrne, Beyrouth, Sofia, Rouchouk, Constantinople, Jaffa, Alexandrie, Perse, Tunis, Indes orientales, etc., etc.

Le ministre du commerce a aussi publié un décret, dans lequel il énumère les conditions qu'il faut exiger des chauffeurs chargés de la surveillance des chaudières à vapeur. Les chauffeurs doivent être âgés de 18 ans au moins. Ils doivent être des hommes sobres, dans lesquels on peut avoir une confiance entière. Après un apprentissage de 3 à 6 mois au moins, ils peuvent se présenter pour subir un examen et obtenir un diplôme qui témoigne de leur capacité pour le service des chaudières à vapeur.

4. RUSSIE.

Alors qu'en France l'impôt sur le sucre produit vient d'être remplacé par l'impôt sur la betterave, en Russie c'est l'inverse qui a eu lieu. Il y a quelques années, l'impôt y fut perçu d'après un système semblable à celui employé en Autriche (d'après le volume des diffuseurs et des presses hydrauliques), en comptant 80 kopeks d'impôt par poud de sucre produit (12 1/2 francs par 100 kil. de sucre blanc). Mais comme la plupart des fabriques travaillaient en général une quantité de betteraves beaucoup plus grande que celle supposée par le gouvernement, il se faisait souvent que 50 % et même jusqu'à 80 % du sucre produit étaient exonérés de taxe.

Le gouvernement résolut d'abolir cet état de choses, qui était nuisible à l'industrie même en engageant les fabricants à travailler le plus vite possible sans s'inquiéter des pertes en sucre, de la consommation outrée en combustible, etc. Depuis 1881, le sucre produit est pesé dans chaque fabrique par un employé du gouvernement, seulement pour rendre plus facile la transition d'un régime à l'autre, l'impôt sur le sucre fut abaissé à 50 kopeks par poud (8 francs par 100 kilos de sucre blanc). Du 1^{er} avril 1883 au 1^{er} avril 1886, l'impôt est

relevé de nouveau à 65 kopeks (*) par poud (10 francs par 100 kilos de sucre blanc). De plus, il y a un impôt supplémentaire de 5 roubles par 1,000 pouds de sucre produit (8 centimes par 100 kilos de sucre).

L'adoption de l'impôt sur le sucre produit qui est considéré comme néfaste dans les autres pays, a eu des conséquences heureuses pour le gouvernement et pour l'industrie russes; grâce, il est vrai, surtout au taux minime de l'impôt, qui exclue la probabilité d'une fraude. D'un côté le gouvernement est assuré d'une recette certaine et, de l'autre côté, le fabricant est dispensé de sacrifier tous les progrès de l'industrie à l'unique préoccupation de travailler rapidement. Il peut arrêter le travail de l'usine quand il veut, pour faire les nettoyages nécessaires ou pour toute autre cause, il peut économiser le combustible qui est fort cher en Russie, enfin, il peut contrôler sérieusement la fabrication et n'a plus à se cacher du gouvernement.

Le gouvernement a pris en même temps une mesure qui promet d'exercer une influence heureuse sur les progrès de l'industrie sucrière. Il a placé comme inspecteurs des hommes pour la plupart au courant de la chimie, qui ont le droit de faire eux-mêmes des analyses de betteraves, de jus, etc. et qui peuvent fournir ainsi des renseignements impartiaux.

Ce contrôle comparatif entraînera certainement du progrès.

Ceci dit, voici la quantité de betteraves travaillées pendant la campagne de 1883-1884 dans les différentes provinces de la Russie, et le rendement probable en sucre blanc (de tous les produits), d'après un rapport de M. A. Tolpygine (Sap. 14, n° 4).

La quantité totale de betteraves travaillées, pendant la campagne 1883-84, a été donc (page 557) de :

22,363,770 berkovetz = 3,663,186 tonnes.

De cette quantité 18,014,128 berkovetz = 2,950,714 tonnes ont été travaillées avant le 1^{er} janvier 1884.

Elles contenaient, d'après les analyses officielles, en moyenne 12,91 % de sucre avec un quotient de pureté égal à 81,3.

(L'année précédente, durant la campagne de 1882-83, on avait travaillé 3,750,560 tonnes de betteraves qui contenaient en moyenne 11,67 % de sucre avec une pureté de 78,9.)

Parmi les meilleures betteraves, on peut citer celles de Bielokolodietz (en Kharkov) qui polarisaient 17,62 % de sucre avec une pureté de 82,2 ; il y en avait cependant quelques lots qui polarisaient jusque 21 % avec une pureté de 95. Les plus mauvaises betteraves étaient celles de la fabrique de Voronèche (en Tchernigov) qui polarisaient 9 % de sucre avec une pureté de 67.

Pour la campagne prochaine (1884-85) 7 nouvelles fabriques (Kharkov 3, Kiev 1, Podolie 1, Samara 1, Cherson 1) seront mis en activité et plusieurs anciennes fabriques (telles que Kagarlyk, Saliwonki, Kisselevka) augmenteront notablement leur production.

Nous donnons dans le tableau ci-contre la quantité de betteraves travaillées :

(*) Depuis le 1^{er} avril 1886, l'impôt sera de 85 kop. pendant deux ans, puis de 1 rouble par poud.

		Nombre de fabriques.	BETTERAVES travaillées en berkovetz (à 163 kil.)	SUCRE PRODUIT	
				en pouds (à 16,3 kil.).	% de la betterave.
	I. Russie proprement dite.				
1	Kiev (Kieff)	69	7.083.231	5.758.668	8.13
2	Podolie	49	4.278.926	3.581.462	8.37
3	Volhynie.	11	1.192.211	1.003.842	8.42
4	Bessarabie	1	135.000	101.250	7.50
5	Kharkov.	22	2.670.189	2.392.490	8.96
6	Tchernigov.	14	668.606	462.107	6.91
7	Poltava	2	187.673	148.826	7.93
8	Iécatarinoslav	1	72.412	79.509	10.98
9	Koursk	14	1.527.539	1.241.890	8.13
10	Voronèche	7	376.852	298.844	7.93
11	Tambov	5	406.934	338.977	8.33
12	Toula.	3	265.944	200.522	7.54
13	Orel	2	66.234	48.881	7.38
14	Pensa	2	51.946	36.000	7.00
15	Samara	1	22.172	10.068	8.60
	II. Pologne.				
16	Warczawa (Varsovie)	19	1.898.150	1.581.159	8.33
17	Kalisz	5	374.073	311.603	8.33
18	Radom	3	249.545	195.893	7.85
19	Lublin	4	179.745	134.068	7.46
20	Kielce	2	235.871	172.186	7.30
21	Plock.	2	138.756	111.699	8.05
22	Piotrkov.	2	128.000	96.512	7.54
23	Siedlce	1	84.391	64.738	7.67
24	Lomza	2	69.400	54.479	7.85
	Total	243	22.363.770	18.434.673	8.28

La quantité de terres consacrées en 1883 à la culture des betteraves était de 273,662 désiatines (en 1882, 235,343 désiatines), ce qui équivaut à près de 290,000 hectares. Le rendement cultural a donc été en moyenne de 12,000 kil. environ de betteraves par hectare. (En 1882, le rendement cultural avait été de 17,500 kil. par hectare en moyenne.) En réalité la quantité de betteraves arrachées en 1883 a été un peu plus élevée, seulement une partie des racines a dû être abandonnée dans les champs, à cause des gelées.

Le faible rendement cultural des terres russes, ordinairement considérées comme très riches, s'explique en partie par la circonstance qu'on n'y applique, en général, ni fumier ni engrais minéral (*voir* page 401 de cette Revue). En outre, le climat sec et excessif, l'attaque des insectes, le travail peu soigné de la terre, le décolletage très prononcé, etc., contribuent à rendre si faible le rendement des terres.

Remarquons encore que le rendement cultural est presque toujours plus faible chez les petits cultivateurs que chez les grands propriétaires qui ont de puissantes charrues (charrues Bobrinsky !) à leur disposition.

A. Tolpygine a ajouté quelques chiffres comparatifs relativement à la qualité des betteraves travaillées dans différents mois.

Si nous prenons la moyenne des chiffres citées pour 14 fabriques, nous arrivons au résultat suivant :

	Sucre pour 100 kil. de betteraves.	Quotient du purté.
Septembre	13,58	81,2
Octobre	12,37	78,2
Novembre	11,68	75,8

Pour les mois de décembre et de janvier, la diminution dans la richesse des betteraves était probablement encore beaucoup plus grande.

Nous n'avons pas trouvé des données statistiques sur les différents systèmes d'extraction du jus. Observons cependant que la grande majorité des fabriques russes travaillent au moyen de la diffusion. Les différents systèmes d'extraction du sucre de la mélasse (osmose, élution, strontiane) ne sont introduits que dans un très petit nombre de fabriques russes. Comme il y a en Russie un droit uniforme pour tous les sucres, on n'y produit que des sucres blancs (ou sucre-sable). Jusque dans ces dernières années, les chaudières à vapeur des fabriques russes étaient chauffées presque exclusivement avec du bois. Mais ce combustible étant devenu de plus en plus rare, on commence à avoir recours à l'emploi de la houille, de la lignite et de la tourbe.

La Russie possède de grands gisements de houille dans le bassin du Don, d'autres en Pologne, aux environs de Moscou et dans les montagnes de l'Oural. (Sap. 13, p. 74). L'exploitation de la houille qui n'avait produit que 690,000 tonnes en 1870, en a produit 3,270,000 tonnes en 1880, sans compter une importation de houille égale à 1,640,000 tonnes.

La production des bassins du Don seuls était de 2,720,000 tonnes en 1883. L'emploi du lignite a été essayé dans la fabrique de Olkhowetz et celui de la tourbe à Salivonki.

D'après **Dolinski** (Sap. 13, p. 159 et 247), on a même essayé dans certaines contrées de se servir comme combustible du fumier et de la paille. (Nous avons vu nous-mêmes une fabrique russe chauffée à la paille. F. S.)

E. de Molinari a donné quelques indications sur les frais de fabrication des sucreries russes (J. de F. S, 24, n^{os} 34, 36, 41 et 42). Malheureusement, les chiffres donnés par lui sont fort incomplets. Nous préférons donc les remplacer par un tableau que nous avons composé d'après nos observations personnelles, et qui, croyons-nous, donnera une idée suffisamment exacte des conditions économiques de la fabrication du sucre en Russie.

Ces données ne peuvent s'appliquer évidemment à toutes les fabriques russes; il y en a qui travaillent dans des conditions plus mauvaises, et d'autres qui font des bénéfices encore plus grands. Nous pouvons cependant conclure de ce tableau qu'en général les fabriques de sucre réalisent encore de beaux bénéfices, et que, pour la plupart d'entre elles, il n'y aura perte que dans le cas où le prix du sucre descendra en dessous de Rs. 3-50 par poud.

Comme la valeur du berkovetz est très variable (de 10 à 13 pouds), nous avons pris comme unité de poids le poud dont la valeur est constante (16,30 kil.). Le rouble est compté au cours de fr. 2-50.

De plus, nous avons admis comme rendement des betteraves 8,28 %, conformément à la moyenne officielle.

Tableau des dépenses et recettes d'une fabrique de sucre russe travaillant 10,000 pouds de betteraves par jour.

A. Dépenses.	En roubles par	En francs par
	10,000 pouds de betteraves.	1,000 kil. de betteraves.
Betteraves 10,000 pouds à Rs. 1-20	1,200	18 30
Frais d'ensilotage et transport des silos à l'usine	50	0 76
Impôt (65 kop.) et patente pour 828 pouds de sucre	542	8 27
Bois de chauffage, 13 sagènes cubes à Rs. 20.	260	3 97
Chaux 240 pouds à Rs. 0-25	60	0 92
Noir animal 10 pouds à Rs. 1-50	15	0 23
Toile de filtres-presses	8	0 12
15 tonneaux à Rs. 2-40 pour l'emballage du sucre	36	0 55
30 sacs à Rs. 0-40 pour l'emballage du sucre	12	0 18
Frais d'éclairage	20	0 30
Matériaux divers (couteaux de diffusion, huile, suif, chiffons, balais, acide chlorhydrique, etc.)	25	0 37
260 ouvriers à Rs. 0-45	117	1 79
Salaire des employés	100	1 53
Frais de bureau, assurances, etc.	100	1 53
Expédition du sucre à la station du chemin de fer	50	0 76
Réparation des machines, etc.	120	1 83
Amortissement de l'usine, des appareils, etc.	150	2 29
Intérêt du capital	200	3 05
Total	Rs. 3,065	fr. 46 75

B. *Recettes.*

Sucre blanc (sucre-sable) obtenu 828 pouds à		
Rs. 4-50	3,726	56 86
Mélasse 320 pouds à Rs. 0-40	128	1 96
Pulpes 3,000 pouds à Rs. 0-02	60	0 91
Total	Rs. (*) 3,914	fr. 59 73

Soit un bénéfice de 8 1/2 kopeks par poud de betteraves (ou de 13 francs par 1,000 kil.), en supposant le prix du sucre égal à Rs. 4-50 par poud.

Observons cependant qu'il y a eu de grandes oscillations dans le prix du sucre depuis 2 ou 3 années.

Le prix du sucre (dans le gouvernement de Kieff) qui avait été de Rs. 6-50 par poud en janvier 1882, était monté jusqu'à Rs. 7-60 en janvier 1883, mais depuis il est retombé à Rs. 5-40 en janvier 1884 et jusqu'à Rs. 4-40 dans le courant de l'année 1884.

Beaucoup de fabriques avaient profité de cette hausse extraordinaire, pour réaliser des bénéfices très considérables. Mais aussi beaucoup de spéculateurs se sont ruinés par la baisse qui la suivait.

Il existe en Russie 29 raffineries, dont la plus grande est celle de M. Brodsky à Odessa, laquelle travaille un million de pouds (16 millions de kil.) de sucre par an.

On compte que toutes les raffineries russes travaillent ensemble 13 millions pouds de sucre, et que 3 millions pouds (?) passent directement dans la consommation.

Lés frais de raffinage peuvent être évalués comme suit.

	Par 1,000 pouds de sucre-sable en roubles.	Par 100 kil. de sucre-sable en francs.
Main-d'œuvre Rs.	115	fr. 1 76
Bois de chauffage	100	» 1 53
Papier à sucre	112	» 1 71
Tonneaux.	70	» 1 07
Matériaux divers	35	» 0 53
Total. Rs.	432	fr. 6 60

sans compter l'amortissement, l'intérêt du capital, etc.

Le rendement de 100 de sucre-sable est d'après *E. de Molinari* :

Sucre raffiné	97 97
Baster	1 31
Mélasse	1 85
Total.	101 13

y compris 3,25 % de papier d'emballage et de ficelle.

Ajoutons encore, d'après *de Molinari*, quelques renseignements sur les frais de culture des betteraves et sur l'exploitation des forêts, en tant qu'elle intéresse l'industrie sucrière.

(*) 1 rouble = 100 kopeks = fr. 2.50 environ.

Les frais de culture par désiatine (1,092 hectares) de terre comprennent approximativement les sommes suivantes :

a) Préparation du sol, labourage, hersage, ensemencements, soins, etc.	Rs. 40
b) Arrachage, décolletage, charriage à la fabrique	» 50
c) Graines 4 pouds à Rs. 4.	» 16
d) Rente de la terre, amortissement du capital et bénéfice.	» 24
Total.	Rs. 130

N. B. Le bénéfice est calculé, en admettant que le berkovetz (de 11 1/2 pouds !) vaut Rs. 1,40; et que la récolte est de 100 berkovetz ou 1,150 pouds (18,837 kil.).

Quant à l'exploitation des forêts, *de Molinari* admet un débit moyen de 20 sagènes (voir page 293) de bois de chauffage par désiatine; vendus au prix de Rs. 17 ».

L'exploitation d'un désiatine de forêt coûtera dans ce cas :

a) Valeur du bois	Rs. 120
b) Transport	120
c) Abatage, sciage, mise en sagène	40
d) Frais divers et bénéfice.	60
Total.	Rs. 340

On se sert comme combustible du bois de chêne, de bouleau, de sapin, de hêtre, etc.

Les douves qui servent pour la confection des tonneaux se font généralement en bois de tremble, quelquefois aussi en bois de chêne.

Si nous comptons un débit moyen de 25,000 douves par désiatine, les frais d'exploitation seront à peu près :

a) Valeur du bois, de 60 à 100 roubles.	75 roubles.
b) Travail, confection des douves	250 »
c) Transport, de 5 à 12 roubles par 1,000 pièces.	175 »
d) Frais divers, bénéfice	250 »
Total.	750 roubles.

ou 3 roubles par 100 douves.

Les cercles destinés aux tonneaux se confectionnent en fendant par le milieu des branches de noisetiers ou de jeunes chênes.

Leur prix de revient est de 20 roubles par 1,000 cercles.

Pour confectionner un tonneau qui peut contenir 40 pouds de sucre, il faut 30 douves et 16 cercles.

L'importation de sucre en Russie est rendue presque impossible par des droits protecteurs fort élevés.

Ainsi le sucre brut et le sucre blanc en poudre payent à l'entrée un droit de

2,20 rouble or (*) par poud (53 fr. par 100 kil), alors que le sucre produit en Russie ne paye qu'un impôt de 65 kopeks en papier (10 fr. par 100 kil.).

Pour le sucre raffiné, les droits d'entrée sont même de 3-30 roubles or. Ce sont donc de véritables droits de prohibition, dans les conditions ordinaires.

L'exportation n'a pas non plus pris un grand essor jusqu'ici. Mais elle commence à se développer vers l'Asie, notamment en Perse, par la voie du Caucase.

Avant 1877, il n'y avait pas d'exportation de sucre russe en Perse, mais en cette année, par suite du blocus des ports de la mer Noire, une exportation de 91,000 pouds de sucre russe eut lieu. Depuis lors, l'exportation a subsisté par suite de mesures favorables prises par la douane russe. Depuis le 5 juin 1883, le gouvernement russe prélève même un impôt de 2-20 roubles or sur les sucres qui passent dans les ports du Caucase, de sorte que l'importation de sucre étranger ne sera plus possible par cette voie.

On s'est occupé depuis longtemps de l'idée d'introduire l'industrie sucrière dans le *Caucase*.

Déjà, en 1837, on a essayé dans ce pays la culture de la canne; mais, malgré la protection du gouvernement russe, ce projet échoua. En 1882, M. Palouchkiévitch constitua une société qui se proposa de construire dans le Caucase une fabrique de sucre, dont la matière première sera la betterave. **A. Tolpygine** a publié un long rapport sur cette question (Sup. 13, n° 19) dans lequel il conclut que la fabrication du sucre de betteraves au Caucase se présente même dans de meilleures conditions qu'en Russie :

- 1) Parce que la quantité de la betterave y sera supérieure à cause de la température plus élevée dans ce pays;
- 2) Parce que la campagne sucrière pourra commencer un mois plus tôt;
- 3) Parce qu'il sera inutile d'ensiler les betteraves et qu'on pourra les arracher simplement au fur et à mesure du besoin;
- 4) Parce que le combustible, le pétrole, et les huiles y sont à meilleur marché.

Les ouvriers n'y coûtent pas plus chers qu'en Russie.

Il n'y a que le bois de construction et le fer qui sont plus chers.

Ces conclusions sont fort exagérées d'après une autre correspondance du Caucase (D.Z.J, VIII, n° 35). Sur toute la route de Poti jusqu'à Tiflis, même dans la vallée merveilleuse de Kutais, on ne rencontre aucun terrain favorable à la culture des betteraves. Les steppes de Tiflis, malgré ce qu'on en dit, ne pourront jamais être suffisamment irriguées, et dans la vallée de Rion il faudrait commencer par créer des distributions d'eau. De plus, on ne trouvera pas d'ouvriers en Caucase, car l'habitant de ce pays est très paresseux et cultive à peine ce qu'il lui faut pour sa nourriture. Enfin, une température moyenne de 26° R. qui règne au Caucase pendant l'été, est certainement trop élevée pour la culture de la betterave. (A Lencoran, où l'on veut construire la première fabrique de sucre, la température est en moyenne de 23,1° R. au mois de juin, de 25,8° R. au mois de juillet et de 25,3° R., au mois d'août.)

(*) Un rouble or vaut 4 francs; alors que le rouble ordinaire ne vaut que fr. 2.50.

5. BELGIQUE.

La Belgique compte 139 fabriques de sucre, dont l'une (Wanze) est une fabrique centrale approvisionnée par 13 râperies.

Voici la répartition des sucreries par province :

Hainaut	81	fabriques		
Liège	19	»	+ 9	râperies.
Brabant	12	»	+ 2	»
Flandre orientale.	8	»		
Limbourg	6	»	+ 1	»
Namur	5	»	+ 1	»
Flandre occidentale.	4	»		
Anvers	4	»		
Total.	139	fabriques	+ 13	râperies.

48 fabriques et 4 râperies ont monté la diffusion. Les autres ont conservé jusqu'ici les presses hydrauliques. Un grand nombre de fabriques travaillent avec l'osmose, 10 ont monté le système de la séparation de **Steffen** (voir page 269 de cette Revue).

La Belgique compte, en outre, 7 raffineries de sucre en pain, et 24 candiseries.

Voici les tableaux des importations et exportations de la Belgique en 1882 et en 1883, calculés en tonnes de 1,000 kilogrammes.

A. *Sucre brut importé.*

	1882	1883
Indes néerlandaises	7,613	4,104
Angleterre	4,016	4,654
Cuba et Portorico	1,804	2,598
Iles de la Réunion	156	1,853
France	917	814
Allemagne (incl. Hambourg).	2,400	777
Pays-Bas	792	522
Pays divers	2,119	1,539
Total.	19,817	16,861

B. *Sucre raffiné importé.*

	1882	1883
Allemagne	4,889	5,433
France	1,479	923
Pays divers.	167	541
Total.	6,535	6,897

	1882	1883
C. <i>Mélasses importés</i> (notamment d'Angleterre)	3,496	3,399

D. *Sucre brut exporté.*

	1882	1883
Angleterre	24,504	63,445
France	36,382	24,450
Etats-Unis d'Amérique	551	6,973
Danemark	1,200	220
Pays-Bas.	197	239
Pays divers	75	204
Total.	62,909	95,531

E. *Sucre raffiné exporté.*

	1882	1883
Angleterre	8,615	5,216
France	1,648	1,545
Suède et Norvège.	982	739
Pays-Bas.	800	752
Pays divers	1,999	1,398
Total.	14,044	9,650

Pour la campagne 1882-1883, 40,000 hectares environ étaient destinées en Belgique à la culture de la betterave à sucre (S.B. 12, n° 18).

1,482,000 tonnes de betteraves furent mises en œuvre et ont produit 82,722 tonnes (*) de sucre brut et 370,500 tonnes de pulpe. La quantité de charbon consommé a été de 289,753 tonnes et celle des pierres calcaires employées de 38,042 tonnes.

Pour la campagne 1883-1884 on a emblavé en betteraves 50,000 hectares environ.

La quantité de jus pris en charge a été de 18,291,970 hectolitres dont la densité moyenne a été de 1,038 hectolitres.

Les charges en sucre brut ont été, d'après le compte de la régie, de 106,586 tonnes.

Le gouvernement avait fixé pour cette campagne un minimum de recettes de 1,900,000 francs par trimestre, qui n'a pas été atteint dans le 3^e et 4^e trimestre.

Année 1883-1884.	Recettes de la régie.	Déficit.
1 ^{er} trimestre	2,455,302	—
2 ^e —	2,272,999	—
3 ^e —	1,752,789	147,211
4 ^e —	1,534,260	365,740
Total. . . fr.	8,015,350	fr. 512,951

On voit que les excédents des deux premiers trimestres ont largement couvert les déficits des deux derniers ; néanmoins, les fabricants ont été obligés de payer en dehors des droits perçus régulièrement, encore la somme de

(*) D'après A. Vivien (S. I. 22, p. 577), il y avait, de plus, un excédent de 15,000 tonnes de sucre, correspondant à un boni de 8 francs par 100 kilogrammes, mais cela est contesté par V. Beauduin (S. B. 12, n° 8).

512,951 francs. Il paraît que le gouvernement a l'intention de faire cesser à l'avenir cette anomalie, en comptant un *minimum annuel*.

Les règlements de la régie belge (d'après S. B., Nos 10 et 19) sont fort sévères en ce qui concerne l'emploi des procédés spéciaux ou de substances chimiques non autorisées par la loi et les règlements, le transport des mélasses d'une fabrique à l'autre, etc. Il serait à souhaiter que les fabricants belges seraient mis sous ce rapport sur le même pied que leurs concurrents allemands et français.

Le gouvernement belge (*) s'est ému de la situation actuelle de l'industrie sucrière en Belgique. Il a institué une Commission, laquelle, espérons-le, arrivera à préparer un projet de loi favorable à l'industrie sucrière, tout en sauvegardant les intérêts de l'État.

Il existe en Belgique une Société générale des fabricants de sucre, dont l'organe est la *Sucrierie Belge*. Ce journal est rédigé par VICTOR BEAUDUIN, qui est toujours au premier rang quand il s'agit de défendre les intérêts de l'industrie du pays.

La Société est dirigée par un Conseil d'administration qui se réunit régulièrement tous les mois pour s'occuper des intérêts de l'industrie. Il est à regretter qu'on n'organise pas fréquemment des réunions générales pour discuter les questions techniques (et autres) de la fabrication, comme cela se fait en Allemagne et en Autriche. (Voir ces pays.)

Depuis quelque temps on a fondé aussi des associations locales (en Hesbaye, à Gembloux, etc.), ayant principalement pour but d'arriver à un accord général quant au mode d'achat des betteraves. On a essayé déjà avec succès l'achat à l'analyse dans plusieurs usines du pays, et ce mode d'achat tend à se répandre de plus en plus.

Aucune fabrique en Belgique ne publie le résultat de ses analyses, cependant nous pouvons nous faire une idée de la richesse saccharine des betteraves belges d'après les publications annuelles du Dr A. Petermann, directeur de la station agricole de Gembloux.

Voici la moyenne des analyses de betteraves faites à cette station pendant les campagnes 1882-83 et 1883-84.

	1882-83.	1883-84.
Nombre d'analyses faites.	524	717
Densité spécifique du jus	1,0544	1,0580
Sucre dans 100 grammes de betteraves	10,69	11,23
Quotient de pureté du jus.	84,0	83,2

P. S. A la fin de l'année 1884, le gouvernement belge a proposé aux Puissances intéressées la réunion d'une conférence ayant pour but d'abolir les primes en arrivant à un règlement uniforme de la matière. Cette tentative a échoué ; espérons cependant qu'elle sera reprise bientôt avec plus de succès. En attendant, nous ne pouvons que féliciter le gouvernement belge de son initiative intelligente. F. S.

(*) Une surtaxe de 7 francs pour 100 kilogrammes de sucre importé a été votée récemment par les Chambres belges.

6. PAYS-BAS.

Il existe 30 fabriques de sucre aux Pays-Bas, qui sont établies, pour la plupart, dans les villes de la province de Brabant, au Sud du pays. Les betteraves y sont amenés, en majeure partie, par des bateaux.

La production totale du pays était en 1883-84 de 30,394 tonnes de sucre blanc, d'après la prise en charge officielle, correspondant à 36,423 tonnes de sucre brut. En 1882-83, on n'a produit que 20,557 tonnes de sucre blanc. A ces chiffres il faudrait ajouter encore les excédents obtenus en fabrication. (Nous n'avons pas de données précises sur leur grandeur.)

Ajoutons que les fabricants de sucre ont formé entre eux une association dont le siège est à Roosendaal.

Voici les droits prélevés en Hollande sur 100 kilogrammes de sucre, d'après la nouvelle loi du 20 juillet 1884 :

Candis I classe	fl.	31 86 (*)
— II —		28 89
Sucre blanc, polarisant plus de 90°.		27 »
Sucre brut, par degré de polarisation		0 27
Mélado (Sirop polarisant plus de 50°)		18 »
Sucre de raisin et d'amidon		18 »

N. B. Pour les sucres bruts on décompte 1 1/2 % comme déchet de la fabrication.

Voici une table concernant le commerce des sucres aux Pays-Bas : (en tonnes de 1,000 kil.).

	1882.	1883.	1884.
Importation de sucre brut de betteraves. (**)	131,840	174,696	131,632
— — de canne.	22,957	15,123	11,702
— — raffiné	2,782	2,285	3,592
Exportation de sucre brut de canne et de betteraves	25,095	30,132	18,229
Exportation de sucre raffiné	62,615	70,892	90,646
Stocks le 31 décembre	25,937	41,494	37,730

L'exportation de sucre raffiné a eu lieu dans les pays suivants (en tonnes de 1,000 kil.) :

	1882.	1883.
Angleterre	40,390	51,030
Belgique	6,240	7,310
Suède et Norvège	5,050	5,250
Suisse.	4,720	3,630

(*) 1 florin = fr. 2.08.

(**) Y compris la production indigène de sucre de betteraves.

Allemagne	1,230	1,640
Italie	2,240	880
Espagne	1,020	240
France	80	150
Pays divers	1,645	762
Total	62,615	70,892

Il existe aux Pays-Bas, 6 grandes raffineries (4 à Amsterdam, 1 à Rotterdam et 1 à Roosendaal) et plusieurs candiseries (1 à Amsterdam, 1 à Rotterdam, 1 à Roosendaal et 1 à Groningue).

7. SUÈDE.

Il existe en Suède deux fabriques de sucre de betteraves, celle de Landskrona (Skanska Sockerfabriks Aktie Bolaget), et celle d'Arlöf, près de Malmoe (province de Scanie). Cette dernière usine a travaillé, dans la campagne 1883-84, 26 millions kilos de betteraves, dont la polarisation moyenne a été de 10,98 ‰. Le rendement a été 8,90 ‰ de sucre brut. Le travail durait depuis le 1^{er} octobre jusqu'au 1^{er} avril (d'après des renseignements particuliers). Il est probable que l'on montera encore plusieurs fabriques à l'avenir. La consommation du sucre en Suède est évaluée à 36,000 tonnes par an.

8. DANEMARK.

Il existe en Danemark 3 fabriques de sucre, à Hoejbygaard, Odense et Nakskov, appartenant toutes à la même société : « De Danske Sukkerfabriker ».

La plus importante des usines est celle de Nakskov. C'est une usine centrale (*), à laquelle sont annexées 5 râperies, situées dans un périmètre de 5 à 15 kilomètres de la fabrique principale, et travaillant par la diffusion.

Nakskov travaille actuellement de 40,000 à 50,000 tonnes de betteraves, elle pourrait facilement travailler 90,000 tonnes, si l'on ajoutait encore 5 râperies. Comme on ne peut se procurer sur place l'eau nécessaire, il a fallu l'amener aux râperies par des tuyaux en fer ayant une longueur totale de 85 kilomètres.

La consommation totale du Danemark est évalué à 28,000 tonnes de sucre, dont 7,568 sont produites par les usines du pays; le reste est importé de l'étranger.

La Société se propose de monter à l'avenir encore 3 usines à Stege (Moën), Slagelse (Seeland) et Assens (Fühnen), qui pourront produire avec les anciennes usines jusqu'à 20,000 tonnes de sucre par an.

(*) S. I. 22, n° 4.

9. ANGLETERRE.

**Quantités de sucre importées en Angleterre
pendant les années 1882-1883.**A. *Sucre raffiné importé* (en quintaux à 50.8 kil.) provenant de :

	1882.	1883.
France	1,341,400	1,443,808
Hollande.	790,357	1,009,067
Allemagne	353,680	586,542
Belgique.	173,529	106,301
Pays divers	110,071	139,744
Cwts . . .	2,769,037	3,285,462

B. *Sucre brut importé* (en quintaux à 50,8 kil.) provenant de :

	1882.	1883.
Allemagne	4,436,807	6,362,081
Belgique.	573,790	1,462,143
Hollande.	155,888	326,818
France	150,321	245,994
Java	2,963,520	3,396,055
Indes occid. anglaises et Guyane	3,960,519	2,721,092
Indes orientales anglaises	1,322,278	1,732,684
Bésil.	1,215,143	1,226,523
Iles Philippines	2,667,663	969,776
Pérou.	651,088	455,236
Indes occidentales espagnoles	636,603	323,000
Saint-Maurice	261,138	289,195
Chine et Hong-Kong	339,465	192,876
Pays divers	461,278	653,591
Total . . . Cwts.	19,805,501	20,357,064

C. *Mélasse importée* Cwts. 209,694 371,327**Quantités de sucre exportées d'Angleterre
pendant les années 1882 et 1883 :**A *Sucre raffiné en Angleterre* (quintaux).

	1882.	1883.
En Danemark	189,994	231,149
En Italie	219,851	231,798
Au Canada	45,654	50,135
Dans d'autres pays	591,638	642,884
Total . . . Cwts.	1,047,137	1,155,966

B. *Sucre provenant d'autres pays :*

Sucre raffiné	126,540	145,796
Sucre brut	272,333	704,437
Mélasse	36,107	29,754

	1882.	1883.
L'importation totale de sucre a été de tonnes.	1,128,727	1,182,125
L'exportation de sucre étranger.	19,944	42,512
L'exportation de sucre raffiné anglais	52,394	57,798
La consommation de l'Angleterre	1,040,000	1,110,000
Stock au 31 décembre.	252,000	265,000

Voici le prix d'un quintal des principales sortes de sucre aux dates des 31 décembre 1882 et 1883 :

	1882.	1883.
Cubes de Tate. sh.	31 »	27 6
Bons Demerara en grains	25 »	25 9
Pains parisiens de Say	27 3	24 »
Java en grains (flottants)	24 3	22 3
Sucre allemand, titrage 88°.	19 7 1/2	18
Bon sucre brun des Indes occidentales	18 »	17 »
Candi Juggery.	12 3	12 9
Manilas non turbinés loco	11 »	11 9

The Prod. Markets' Review fait des observations intéressantes sur les conséquences de l'abolition de l'impôt sur le sucre en Angleterre.

La consommation du sucre qui était de 509,733 tonnes en 1863 a monté à près de 1,100,000 tonnes en 1883.

Par suite de l'abolition de l'impôt, le prix du sucre a baissé de 430 fr. environ par tonne, cela fait un gain de 473 millions de francs environ pour la population. A cela, il faudrait ajouter le gain de la nation pour les transports, les commissions, etc., qui peut être évalué à 135 millions de francs. — Soit en tout plus de 600 millions de francs, alors que l'impôt sur le sucre n'a rapporté que 160 millions de francs en 1863, somme de laquelle il faut déduire encore les frais de perception.

On conçoit, d'après ces faits, que l'on soit en Angleterre adversaire de tout impôt sur le sucre. Cependant beaucoup de voix s'y élèvent pour l'abolition des primes d'exportation qui existent dans beaucoup de pays continentaux. L'Angleterre, pour protéger l'industrie de ses colonies, se trouvera peut-être obligée un jour de frapper le sucre importé de droits protecteurs ruineux pour l'industrie continentale. Cependant pour éviter cette mesure extrême, on fait des démarches chez les gouvernements et les fabricants intéressés. Une dé-

putation de la « Société nationale des ouvriers anglais », ayant pour but l'abolition des primes d'exportation, a fait dernièrement un voyage dans les pays intéressés du continent européen, pour s'informer des chances de réussite de ce projet. Pour le moment, paraît-il, la chance ne favorise pas les revendications des ouvriers anglais qui sont cependant reconnues justes par la plupart des hommes compétents. Ajoutons que des réclamations de ce genre ont été adressées par les raffineurs britanniques contre les primes accordées aux raffineurs américains et hollandais par leurs gouvernements respectifs (J. d. F. S. 24, N° 40). Le Royaume-Uni compte en tout 38 raffineries de sucre, dont 14 à Londres, 9 à Greenock, 7 à Liverpool, 2 à Dublin, etc.

On a fait, dès 1851, des essais pour cultiver la betterave à sucre en Irlande, et un rapport étendu fut présenté alors au parlement anglais (Z. 3, p. 1-116), duquel il résulte qu'il est facile et avantageux de produire de bonnes betteraves en Irlande. Cependant on ne s'est jamais occupé jusqu'ici sérieusement d'y construire une fabrique de sucre de betteraves. Dans ces derniers temps, le Dr C. Scheibler (Berlin) a repris cette question, et espère pouvoir y produire du sucre avec avantage. Même si les betteraves contenaient beaucoup de substances étrangères, on pourrait éliminer celles-ci facilement par le procédé à la strontiane; car il en existe en Angleterre beaucoup sous forme de célestine. On craint cependant de ne pas trouver de bons ouvriers en Irlande. En Angleterre, le raffineur, M. Duncan, a construit, en 1869, une fabrique de sucre de betteraves à Lavenham (Suffolk), qui a été fermée de nouveau en 1873 (D. Z. I. VIII, N° 34). Dans ces derniers temps cependant MM. Bolton et Co ont repris cette fabrique, et l'ont outillée de façon à pouvoir travailler 2,000 tonnes de betteraves par jour. Ils comptent produire 20,000 sacs de sucre raffiné par an (S. I. 23, p. 261). Il est à craindre que cet essai ne réussisse pas dans ce moment, à cause du bas prix du sucre et des primes élevées existant dans la plupart des pays continentaux.

10. ITALIE.

Importation et exportation du sucre en tonnes (à 1,000 kil).

ANNÉES.	SUCRE BRUT.		SUCRE RAFFINÉ.	
	Import.	Export.	Import.	Export.
1862	12 237	548	44 644	1 961
1870	16 203	428	54 145	1 106
1875	42 360	1 577	40 279	1 031
1880	37 189	1 033	16 315	1 486
1881	59 199	486	19 130	1 718
1882	61 865	278	21 551	2 322

Observation. L'exportation du sucre d'Italie se fait sous forme de pâtes douces, liqueurs, etc.

La valeur du sucre importé (*) en 1882 était estimée à 53 millions de francs, celle du sucre exporté à 2 millions de francs environ.

Nous voyons d'après le tableau précédent que l'importation du sucre en Italie dépasse 80 millions de kilogr., et on comprend facilement l'avantage qu'il y aurait pour ce pays de produire soi-même le sucre qui y est consommé. En même temps la culture des betteraves augmenterait la valeur des terres dont l'exploitation a souffert par suite de la dépréciation des céréales et des vers à soie.

Aussi le gouvernement italien a-t-il encouragé de son mieux toutes les tentatives qui ont été faites pour introduire cette nouvelle industrie dans le pays.

Déjà en 1870, les stations agricoles furent chargées de faire des expériences sur la culture des betteraves qui ont démontré, suivant le rapport du Comm. Miraglia (le directeur général de l'Agriculture), que cette culture pouvait très bien réussir dans plusieurs contrées de l'Italie.

3 fabriques de sucre furent montées par l'initiative privée, à Anagni, à Rieti et à Cesa.

La fabrique d'Anagni (province de Rome) a été obligée bientôt de cesser son travail. Établie dans une contrée malsaine, où il était difficile de recruter de bons ouvriers, mise en présence de fermiers qui n'étaient disposés ni à cultiver des betteraves, ni à accepter les pulpes produites, ni à fournir le bétail nécessaire aux transports, elle était placée dans de trop mauvaises conditions pour pouvoir réussir. La fabrique de *Rieti* (pr. de Perugia) fut fermée également pendant un certain temps, mais a repris son travail dans ces dernières années sous la direction de MM. Lazzeri frères, qui sont en même temps propriétaires de la fabrique de Cesa.

La fabrique de *Cesa* (Val de Chiame) n'a jamais cessé de travailler depuis 1872 et paraît donner des résultats satisfaisants.

Une nouvelle impulsion a été imprimée à ce mouvement par « l'Associazione Agricola Lombarda » qui, dans une séance tenue au mois de décembre 1881, prit la résolution d'essayer sérieusement la culture des betteraves dans la partie de la Haute-Lombardie comprise entre le Ticino et l'Adda. — (Remarquons que cette société avait déjà fait des essais préliminaires sur cette question, qui encourageaient de persévérer dans cette voie.)

Comme la résolution fut prise très tard, il n'était plus possible de donner aux terres le premier labour d'automne, et l'on dut se borner au labour de printemps.

(*) Cette étude a été composée par nous d'après les données que M. R. Debarbieri, ingénieur (Gênes), a eu l'amabilité de mettre à notre disposition. Elle sont extraites en grande partie des ouvrages suivants :

1) Relazione del comitato delle Associazioni agricole lombarde per la coltivazione delle barbabietole e del sorgo (rédigé par Pietro Restelli);

2) Coltivazione delle barbabietole et fabbricazione dello zucchero in Italia di Enrico Vannuccini;

3) Sur l'utilité et la nécessité de la culture des betteraves en Italie, par F. Pifferi et E. Vannuccini;

4) De renseignements que M. Pavesi, professeur à Milan, a bien voulu communiquer sur les expériences de 1883.

En dehors du fumier de ferme on a fait usage d'un engrais chimique composé de la manière suivante :

65 kilog. de superphosphate de chaux (16 % d'acide phosphorique et 3 % d'azote).

16 kilog. de nitrate de potassium.

6 kilog. de sulfate d'ammoniaque.

13 kilog. sulfate de chaux.

100 kilog.

Le prix de cet engrais revenait à fr. 28-50 les 100 kilog.

On a donné de cet engrais :

Aux terres légères 1.146 kil. par hectare. Aux terres fortes 746 kil. par hectare.

On a essayé diverses sortes de semences, telles que « l'Améliorée Vilmorin », qui coûtait 425 fr. les 100 kil.; celles des betteraves à collet rose et à collet vert (race Brabant), qui coûtaient de 160 à 170 fr. les 100 kil., et diverses autres sortes de semences, qui coûtaient environ 225 fr. les 100 kil. — On employait 15 kil. de semences par hectare.

La distance entre les lignes de betteraves fut fixée à 0^m25. Le climat de l'année 1882 n'était pas très favorable aux expériences. Le printemps et l'été étaient très secs, car il n'est tombé que 347,5 millimètres de pluie depuis le 1^{er} mars jusqu'au 1^{er} août, alors que la quantité normale pendant cette époque est de 433,4 millimètres. La quantité de pluie tombée au mois d'août était normale. Aux mois de septembre et d'octobre, il y a eu, au contraire, 626,3 millimètres de pluie, alors que la quantité normale ne devait être que de 232 millimètres.

La culture des betteraves fut essayée dans 250 champs d'expériences, répartis entre cinq zones, qui comprenaient chacune un district particulier.

Nous nous bornerons à donner la moyenne des résultats obtenus :

		I ^{re} Période (18 août)		II ^e Période (1 ^{er} septembre)		III ^e Période (10 octobre)		Rendem. à l'hectare kil.
		sucres	quotient pureté	sucres	quotient pureté	sucres	quotient pureté	
1	Améliorée Vilmorin. . .	43.66	81.4	43.01	81.6	44.42	81.4	33.900
2	Vilmorin (Dippe). . .	44.56	81.7	42.00	82.4	40.72	81.4	34.400
3	Impériale blanche . . .	41.90	79.3	42.26	84.2	9.00	76.8	30.300
4	Blanche de Silésie . . .	42.54	79.5	9.87	74.5	8.77	76.2	38.800
5	Klein Wanzleben. . .	42.63	79.5	41.94	82.2	40.34	81.3	32.800
6	Impériale Knauer . . .	42.53	80.3	9.80	78.3	9.74	79.2	34.800
7	Electorale Knauer . . .	41.96	78.3	44.42	79.8	9.92	78.8	38.400
8	Collet rose.	40.34	73.8	(9.85)	(80.5)	(9.10)	(76.0)	35.500
9	Collet vert (Brabant) . .	44.34	74.5	(9.46)	(76.3)	(8.85)	(83.5)	34.400

On voit de ce tableau que la culture des betteraves a donné en général des résultats satisfaisants, et que la diminution de leur richesse durant le mois de septembre n'est due qu'à des pluies exceptionnelles.

Les essais ont cependant démontré que toutes les espèces de semences ne conviennent pas également bien pour tous les terrains.

Les semences de betteraves « à collet rose » et « à collet vert » n'ont pas donné généralement de bons résultats et ont été abandonnées. Les semences « Vilmorin améliorée » et « Vilmorin Dippe » conviennent très bien pour les terres argileuses et fertiles, mais moins bien pour les terres siliceuses. L'« électorale » est surtout avantageuse pour les terres pauvres et sablonneuses. Les autres espèces conviennent pour toutes les terres indistinctement. — On a constaté aussi que les betteraves ensemencées dans le mois d'avril mûrissent à la fin d'août; leur richesse en sucre atteint son maximum du 12 au 20 août. En Lombardie, la plus grande partie des terres sont encombrées par le mûrier. On avait craint, par suite, que les betteraves qui se trouvent en dessous des mûriers seraient inférieures à celles qui vivaient en plein air. L'expérience a démontré que cette crainte n'est nullement fondée.

L'« Associazione Agricola Lombarda » a continué ses expériences en 1883, en étudiant surtout la question de savoir si l'époque de l'ensemencement aurait une influence sur la richesse saccharine de la betterave. On a trouvé que l'époque la plus favorable pour l'ensemencement était le mois d'avril. Pour les terres fortes et argileuses, on pourrait retarder un peu l'ensemencement; mais comme les pluies ne sont pas abondantes au mois de mai, on risque fort de perdre sur la quantité. Quand on sème trop tôt, il faut craindre le danger des froids printaniers. On a fait aussi des essais sur la conservation des betteraves en silos et on a constaté que les betteraves qui s'y trouvaient depuis le mois d'octobre 1883 jusqu'au mois de mars 1884 se sont conservées parfaitement et n'ont pas donné lieu à une perte de sucre notable.

M. Vannuccini, chimiste des fabriques de *Rieti* et *Cesa*, dont nous avons parlé précédemment, a publié les analyses qu'il avait faites sur les betteraves travaillées dans ces deux fabriques.

La composition des betteraves travaillées à *Cesa* était en moyenne, pendant les sept dernières campagnes (1877 à 1883):

	Poids moyen	Ball.	Sucre	Pureté
A l'ouverture de la campagne.	570 gr.	17,75	14,10	81
Pendant la campagne	810 gr.	15,00	12,26	80

Au commencement de la campagne de 1882, les betteraves avaient en moyenne la composition suivante :

Poids moyen 700 gr; Ball., 17,50; Sucre 15,50; Pureté, 88. Mais les pluies excessives de cette année faisaient tomber rapidement ces excellents résultats.

Les betteraves de 1883 étaient encore meilleures. Ainsi on a analysé le 4 août 1883, à *Cesa*, des betteraves qui pesaient en moyenne 500 grammes, et dont la composition était :

Ball., 23,0; sucre 20,0; pureté 86.

A *Rieti*, il y avait aussi en 1883 des betteraves de 15 et 16 % de sucre.

La possibilité de la culture de betteraves paraît donc démontrée aussi bien

dans le Nord que dans le Midi. — Le gouvernement italien a fait, de son côté, tout ce qu'il pouvait pour encourager l'industrie sucrière, et il a été secondé dans sa tâche par le Parlement et avant tout par le député Canzi. — C'est sur l'initiative de ce dernier que le Parlement a voté le 28 juin 1883 une loi qui accorde au sucre indigène une prime de fr. 20-80 par 100 kil. de sucre brut.

Voici les articles les plus intéressants de cette loi.

ART. PREMIER. — Les fabriques de sucre indigène sont soumises pour leur production à une taxe de fr. 32-20 par 100 kil. de sucre de seconde classe (sucre brut) et de fr. 37-40 par 100 kilos de sucre de première classe (sucre raffiné).

ART. 2. — La prise en charge se fera sur la base de la densité du jus, à raison de 1,500 grammes de sucre brut par hectolitre de jus déféqué et par degré de densité (à 15° C.).

L'abonnement est cependant facultatif. — L'impôt sur le sucre brut importé est de 53 fr. par 100 kil.

De plus, le gouvernement italien a encouragé matériellement les essais faits sur la culture des betteraves, et a envoyé des ingénieurs à l'étranger chargés d'y étudier le travail des fabriques de sucre.

Il nous reste à parler encore des essais de fabrication entrepris par la société « Ligure-Lombarda », qui auront probablement pour résultat l'établissement définitif de l'industrie sucrière dans le Nord de l'Italie. — Une fabrique (à la diffusion) fut installée en 1882 à *San Martino Buon Albergo*, près de *Vérone*. Les fermiers véronais se chargeaient de cultiver immédiatement 70 hectares de betteraves ; de plus, on recevait des betteraves de Brescia, Padoue et Udine ; enfin, l'Association agricole lombarde devait envoyer toutes les betteraves cultivées sur son initiative. Malheureusement, les inondations de l'Adige rendaient impossible d'arracher toutes les betteraves et, par suite, la campagne de 1882 a dû être terminée déjà vers la fin du mois de septembre. Cet essai a permis cependant de constater la possibilité de l'entreprise. — Les essais industriels furent continués en 1883. — Malheureusement le développement des racines ne fut pas fort régulier à cause du froid qui arriva vers la fin du mois de juillet et, de plus, les fermiers n'ont pas voulu comprendre l'utilité des engrais chimiques. — Les résultats industriels furent, au contraire, très satisfaisants, et on a résolu d'étendre cette année-ci la culture des betteraves à 270 hectares, de manière à pouvoir travailler 8 à 10 millions kil. de betteraves.

La société *Ligure-Lombarda* va construire une deuxième fabrique de sucre à *Sinigaglia*, où elle a déjà établi une raffinerie.

Finalement, nous devons mentionner qu'une société anglaise, dont les représentants sont l'ingénieur V. *Villavecchia* et M. *Noswothy-Long*, a également l'intention de construire en 1885 une fabrique de sucre à *Cerea* (*Veronese*). Ils cultivent cette année-ci 40 hectares de betteraves, qui seront employées comme nourriture du bétail. Mais l'année prochaine cette Société va étendre la culture à 150 hectares et travailler les betteraves industriellement.

Voilà l'état actuel de l'industrie sucrière en Italie. La baisse sur le prix du sucre paraît retarder momentanément l'accomplissement des espérances qu'on avait fondées sur cette industrie, mais il est probable que le mouvement sera continué dans l'avenir.

P. S. La production totale de sucre de betteraves en Italie a été de 353 tonnes en 1883. (Cesa 185 tonnes, S. Martino Buon Albergo 113 tonnes, Rieti 54 tonnes.) Pour 1884, on s'attend à une production de sucre deux fois plus grande.

11. ESPAGNE.

La culture de la canne, qui a été assez importante en Espagne au temps des Maures, était tombée plus tard en décadence. Elle s'est relevée cependant un peu dans ces derniers temps, notamment en Andalousie. L'année dernière, il s'est formée aussi à Barcelone une société appelée « Azucarera Peninsular », qui a pour but d'essayer la culture de la canne aux environs de cette ville. **Goerz** estime que l'Espagne produit actuellement de 10,000 à 15,000 tonnes de sucre de canne par an.

D'après un mémoire très intéressant publiée par le comte de Torres-Cabrera (J. d. F. S. 24, n° 28 et 29), on a essayé d'introduire la culture de la betterave dans la colonie de Santa-Isabel, située près de Cordoue, à 130 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans une contrée traversée par le Guadalquivir. Cette contrée jouit d'un climat dont le température varie de -4° à $+46^{\circ}$, soit une moyenne de $17,5^{\circ}$. La pluie tombée annuellement est de 305^{mm}, et le nombre de jours de pluie de 55 environ ; les pluies ont lieu surtout en décembre et en janvier. Le sol est formé par une alluvion fluviale ; l'acide phosphorique et l'humus y sont en faible quantité. Le sol est profond, mais la couche arable est actuellement encore peu épaisse. L'irrigation est possible et a été même déjà mise en pratique.

Le rendement en betteraves avec bonnes graines et dans de bonnes conditions de culture est de 35,000 à 45,000 kil. par hectare et leur richesse varie de 11 à 14 % de sucre.

Un grand inconvénient pour le travail des betteraves, c'est l'impossibilité de les mettre en silos, car elles y fermentent très rapidement. Il faut donc les laisser en terre et les arracher au fur et mesure des besoins, ce qui est facile à cause du beau climat du pays.

Comme fumure, on emploie les fumiers de ferme et les engrais chimiques ordinaires, notamment ceux qui sont riches en acide phosphorique.

L'usine construite dans cette contrée n'a pu travailler que 20,000 à 25,000 kil. de betteraves par jour, qui produisaient 6,5 % en sucre exempt de droits.

Nous n'avons pas des chiffres certains sur la quantité de sucre importé en Espagne. On peut l'estimer à 45,000 tonnes par an. L'importation se fait en première ligne par le port de Barcelone, puis aussi par Cadix, Malaga, etc.

12. TURQUIE.

Il n'existe pas de statistique exacte pour la Turquie. D'après les rapports des consuls autrichiens (D. Z. J. IX, n° 37-40) l'importation de sucre à Constantinople était, en 1883, de 12,000 tonnes environ et à Salonique, de 6,000 tonnes ; la consommation totale de la Turquie est évaluée à 26,000 tonnes. (Presque tout ce sucre arrivait d'Autriche, et notamment de Trieste, dont on exportait

32,690 tonnes en 1883. Il est cependant certain qu'une partie de ce sucre passait en Asie Mineure.) Les droits d'entrée sur le sucre s'élèvent en Turquie à 8 % de sa valeur.

Dans la Turquie d'Asie, on importe du sucre autrichien et du sucre français. Ce dernier est préféré, malgré son prix un peu plus élevé, à cause de sa plus belle forme et de l'élégance de son emballage.

Ainsi à Trébizonde, on importait 1,546 tonnes de sucre français et 839 tonnes de sucre autrichien ; à Samsun, 227 tonnes de sucre français et 109 tonnes de sucre autrichien ; à Kerassunt, 99 tonnes de sucre français ; à Ordu, Rizé, Unie et Fatza, ensemble 65 tonnes de sucre français et 98 tonnes de sucre autrichien. A Smyrne, on importait 4,293 tonnes de sucre autrichien et 300 tonnes de sucre brut d'Egypte ; à Beyrouth, 1,500 tonnes de sucre autrichien, 200 tonnes de sucre français et 500 tonnes de sucre égyptien.

13. ROUMANIE.

A partir de 1877, on a essayé la fabrication du sucre de betteraves en Roumanie, en construisant d'abord la fabrique de « La Chatila » (près de Ilfov), et puis celle de « Sascùt » (près de Bakau). Malgré une subvention de l'État se montant à 18 centimes par 100 kilogrammes de sucre raffiné produit, la première de ces fabriques a dû cesser son travail déjà depuis quelques années, et la deuxième est menacée du même danger.

Les droits d'entrée en Roumanie sont de 20 francs pour le sucre raffiné.

L'importation se fait principalement de l'Autriche et se monte à 2,900 tonnes pour la Moldavie, et pour toute la Roumanie peut-être à 7,000 tonnes.

14. GRÈCE.

Voici les quantités de sucre importées en Grèce pendant l'année 1883 :

De l'Autriche	6,604 tonnes.
— France	300 —
— Angleterre	206 —
— Turquie	168 —
— Pays divers	51 —

Total. . . 7,329 tonnes (6,671 tonnes en 1882),
soit une consommation de 3,66 kilogrammes par tête, sans compter le sucre introduit par fraude.

La culture des betteraves a été essayée par M. *Éliopoulos* en Grèce et près de Smyrne, mais ces essais n'ont pas abouti à des résultats satisfaisants, à cause de l'invasion des sauterelles. Le rendement cultural des champs non infestés aurait été de 5,000 ocas par stremme, soit plus de 60,000 kil. (?) par hectare (d'après M. St. Pappis).

CHAPITRE II

PAYS EXOTIQUES

Exportation de sucre des principaux pays coloniaux

Calculé en tonnes de sucre brut (1 tonne = 1,000 kil.)

PAYS	Possession	Partie du monde	EXPORTATION	
			1877-78	1883-84
Cuba.	espagnole.	Amérique Centrale	530.000	530.000
Porto-Rico	—	—	77.000	77.000
Demerara	anglaise.	—	70.000	116.000
Barbados	—	—	41.000	55.000
Trinidad.	—	—	45.000	55.000
Domingo et Saint-Vincent .	—	—	14.000	20.000
Antiqua et Saint-Kitt . . .	—	—	18.000	23.000
Jamaïque	—	—	20.000	22.000
Guadeloupe.	française.	—	50.000	35.000
Martinique	—	—	44.000	47.000
Suriname	hollandaise.	—	10.000	12.000
Brésil	empire.	Amérique du Sud	200.000	250.000
Pérou	république.	—	70.000	30.000
Venezuela et Honduras . .	—	—	4.500	5.000
Java	holland.	Asie.	224.000	290.000
Manilla	espagnole.	—	96.000	170.000
Indes Anglaises	anglaise.	—	30.000	65.000
Chine	empire.	—	25.000	25.000
Maurice.	anglaise.	Afrique.	140.000	120.000
Natal	—	—	12.000	12.000
Réunion.	française.	—	30.000	30.000
Iles de Sandwich	—	Océanie.	26.000	60.000
Total. . .			1.776.500	2.069.000

A ces pays, il faut ajouter plusieurs autres dont la production est consommée sur place ou dont l'exportation est moindre que l'importation.

Nous citons entre autres :

Indes anglaises	1,500,000 tonnes.
États-Unis d'Amérique	155,000 —
Chine	25,000 —
Japon	15,000 —
Cochinchine	26,000 —
Australie	50,000 —
Mexique.	30,000 —
Uruguay	28,000 —
République Argentine	36,000 —
Égypte	35,000 —
Total.	1,900,000 tonnes.

Cette statistique est loin d'être complète; nous pouvons en déduire cependant que la production du sucre dans les pays exotiques dépasse certainement 4,000,000 de tonnes, dont la plus grande partie est extraite de la canne à sucre. Le reste du palmier (aux Indes anglaises) et des quantités peu importantes de l'érable, du sorgho et de la betterave (aux États-Unis et au Canada).

1. ÉTATS-UNIS.

La consommation de sucre aux États-Unis a presque doublé depuis dix ans. Elle est actuellement de 1,150,000 tonnes (1 tonne = 1,016 kilogrammes) ou (47 1/2 liv. = 21,2 kil. par tête d'habitant). La plus grande partie de ce sucre (un million de tonnes) est importée, le reste est produit dans le pays même.

Voici les quantités de sucre importées dans les principaux ports de l'Atlantique :

De Cuba.	425,431 tonnes.
Des Iles Philippinnes	109,081 —
Du Brésil.	91,343 —
De Demerara	59,614 —
De Porto-Rico	46,526 —
De l'Europe	45,889 —
Des Antilles anglaises.	45,738 —
Des Antilles françaises.	32,780 —
De la Trinidad	30,048 —
De Haiti et Saint-Domingue.	11,759 —
De Chine.	7,593 —
De divers pays	14,288 —
Total.	920,090 —

Moins l'exportation de sucre raffiné	11,580 tonnes.
Moins l'exportation de sucre brut	2,190 —
Plus les stocks au 1 ^{er} janvier 1883	50,261 —
Moins les stocks au 1 ^{er} janvier 1884.	60,296 —
Consommation	896,285 tonnes.

L'importation de sucre par la côte du Pacifique (San Francisco) s'est élevée aux quantités suivantes :

Des îles de Sandwich	46,357 tonnes.
De Manila	9,195 —
De Chine	1,856 —
De l'Amérique Centrale	862 —
Du Mexique (et du Pérou)	19 —
Total.	58,289 tonnes.

Moins l'exportation de sucre raffiné et brut	1,668 tonnes.
Plus le stock au 1 ^{er} janvier 1883	2,139 —
Moins le stock au 1 ^{er} janvier 1884	5,145 —
Consommation.	53,615 tonnes.

A cela il faut ajouter la production indigène de sucre de canne, d'érable, de betteraves et de sorgho, qui se monte à environ 155,000 tonnes et, de plus, 40,727 tonnes de sucre provenant du raffinage des mélasses importées.

La fabrication indigène est protégée par des droits sur l'importation, s'élevant précédemment à 3 cents, puis à 2 cents, enfin depuis 1875 à 2 1/2 cents par livre (1 livre = 0,45357 kil.).

Voici le tarif en vigueur depuis le 1^{er} juin 1883 :

	Par livre.	Par 100 kil.
Sucre candi non coloré.	Cents. 5 00	fr. 57 12
— au-dessus du n° 20 (holl).	5 50	62 81
— du n° 16 au n° 20	3 00	34 26
— du n° 13 au n° 16	2 75	31 40
— polarisant 75° et moins	1 40	15 99
— pour chaque degré en plus	0 04	0 45
Mélasse au-dessus de 56° polaris	par } 8 00	6 60
— en dessous —	gallon. } 4 00	3 30

C'est l'industrie du sucre de canne qui tient la première place dans la production indigène. Cependant, elle est loin de progresser.

La culture de la canne à sucre ne trouve un sol favorable que dans les par-

ties méridionales de la Louisiane; du Texas et de la Floride, et c'est même dans la Louisiane seule que l'industrie sucrière a acquis de l'importance.

En 1883-84, il existait dans cet État 998 fabriques de sucre, dont 840 travaillaient à la vapeur, les autres par la force des chevaux. 116 fabriques seulement avaient des appareils à cuire dans le vide. La production totale était de 221,515 boucauts (127,000 tonnes) de sucre et de 15,277,316 gallons (97,000 tonnes) de mélasse. On avait cultivé la canne sur 172,420 acres (69,700 hectares) de terre.

Dans les fabriques qui avaient adopté la cuite dans le vide, on a atteint un rendement de 2,646 livres de sucre par acre (2,900 kil. par hectare); dans les autres, on est arrivé seulement à 1,290 livres (?) par acre. (Voir A. Bouchereau: Louisiana Sugar Report 1883-1884. New-Orleans.) Ajoutons que le rendement maximum obtenu dans une fabrique est de 6.10 kilogrammes par 100 kilogrammes de cannes. (J. d. F. S. 24, n° 16.)

L'industrie sucrière n'a pas fait, dans la Louisiane, des progrès sensibles depuis 40 ans, car la production du sucre y était déjà en 1844 de 200,000 boucauts. En 1861, elle était même arrivée à 359,419 boucauts, mais elle est retombée, par suite de la guerre civile, à 19,387 boucauts en 1864. Depuis la fin de la guerre, elle s'est lentement relevée, mais cette industrie disparaîtrait probablement si les États-Unis supprimaient les droits de protection.

La principale cause de sa décadence est attribuée à l'abolition de l'esclavage, qui a augmenté notablement les frais de fabrication. La main-d'œuvre coûte aujourd'hui trois fois plus chère dans la Louisiane qu'aux Antilles.

En outre, l'organisation commerciale des fabriques est détestable.

Le Texas et la Floride produisent ensemble 7,000 tonnes de sucre.

À côté de l'industrie du sucre de canne, on a essayé aux États-Unis d'extraire du sucre de l'érable, du sorgho et de la betterave.

La production du sucre d'érable ne paraît pas avoir beaucoup d'avenir. Elle se restreint de plus en plus par suite du déboisement et, en outre, le sucre produit a, paraît-il, un goût désagréable. On estime à 18,500 tonnes la production du sucre d'érable pendant l'année 1883.

Mais ce n'est que dans ces dernières années que cette culture a été reprise avec ardeur et vivement encouragée par le gouvernement américain. (Voir page 361 de cette Revue.) Toutefois, les résultats n'ont pas répondu jusqu'ici complètement aux espérances. Quatre usines ont été construites dans différentes parties des États-Unis et ont travaillé en 1883.

Voici, d'après l'intéressant rapport (*) de M. H. W. Wiley, chimiste au département de l'Agriculture, les résultats :

1. La fabrique de *Rio-Grande, N.-F.* a travaillé du 10 septembre au 14 novembre, en tout 6,796 tonnes de tiges de sorgho, recueillies sur 1,000 acres (406 hectares) de terre. Elle a produit en tout 282,711 livres (127 tonnes) de sucre et 55,000 gallons (420 tonnes) de mélasse.

Le jus contenait 9,75 % de sucre de canne (11 % en 1882) et marquait

(*) *The Northern Sugar Industry, a record of its progress during the Season of 1883.* Washington 1884.

7,56° Baumé. La quantité de jus extrait par le moulin a été de 47 %; plus de la moitié de sucre restait donc dans la bagasse.

Notons que l'État de New-Jersey accordait une prime s'élevant à 1 dollar (5 francs) par tonne de sorgho travaillé et, en outre, de 1 cent par livre (fr. 11-50 par 100 kilogrammes) de sucre produit.

2. La fabrique de *Champaign (Illinois)* a travaillé dans la campagne de 1883 en tout 4,660 tonnes de tiges de sorgho, qui ont rendu 160,000 livres (72 tonnes) de sucre et 35,000 gallons (220 tonnes) de mélasse.

Le jus marquait en moyenne 8° Baumé et contenait 7,78 % de sucre de canne et 4,76 % de glucose.

On a extrait par le moulin 60 % de jus.

Le travail a duré 60 jours et le sucre produit était d'excellente qualité, quoique brut.

3. La fabrique de *Hutckinson (Kansas)* a produit 131,000 livres (59 tonnes) de sucre et 30,000 gallons (190 tonnes) de mélasse.

4. La fabrique de *Sterling (Kansas)* a produit 136,000 livres (60 tonnes) de sucre et 35,000 gallons (220 tonnes) de mélasse.

Le rendement de l'« Amber cane » était de 9,5 tonnes, et celui de l'« Orange » de 12 tonnes par acre (1 acre = 40,467 ares).

La production totale des quatre fabriques était donc de 318 tonnes de sucre et de 1,050 tonnes de mélasse.

Voilà des chiffres qui ne sont guère encourageants et qui mettent à néant les expériences exagérées qu'on avait attachées à la culture du sorgho, qui paraît plus avantageuse pour les distilleries que pour les sucreries. Ajoutons que, d'après le Dr Weley, la fabrication du sucre de sorgho dans la ferme est impossible.

La fabrication du sucre de betteraves a été également essayée aux États-Unis. Cette fabrication a même trouvé un organe dans la presse, voué spécialement à ses intérêts. C'est le *Sugar Beet*, publié par Lewis S. Ware à Philadelphia, et paraissant déjà depuis cinq ans.

Jusqu'à présent il n'existe aux États-Unis qu'une seule fabrique travaillant le sucre de betteraves. C'est celle de M. E. H. Dyer, à *Alvarado*, en Californie. Cette fabrique a produit, pendant la campagne 1883-84, 1,027,826 livres de sucre blanc, plus environ 250,000 livres qui restaient dans les arrière-produits, soit en tout 574 tonnes environ.

Les betteraves étaient très riches; elles contenaient jusqu'à 20 % de sucre avec une pureté de 80 à 82.

On a travaillé 7,000 tonnes; le rendement moyen était donc de 8,2 % de sucre.

Des betteraves recueillies à *Oswego N. Y.* contenaient pour 100 de jus de 11 à 15 de sucre, 0,2 de glucose et 1,0 de cendres avec un coefficient de pureté variant de 72 à 85.

Des betteraves recueillies à *York, P. A.*, qui se trouve plus au Sud, n'avaient, au contraire, que 7 à 8 % de sucre, avec une pureté de 58 à 64.

La cherté de la main-d'œuvre est la grande difficulté qui s'oppose à l'introduction de l'industrie du sucre de betteraves aux États-Unis.

2. MEXIQUE.

Ce pays a conclu avec les États-Unis un traité qui équivaut à une union douanière. On croit qu'il en résultera un grand développement de l'industrie sucrière au Mexique. Jusqu'ici la production du pays était fortement entravée par des impôts écrasants. En 1883, le Mexique a exporté 40,000 boucauts de sucre aux États-Unis (d'après le *Diario comercial* de Veracruz 1884).

3. COLONIES FRANÇAISES.

La production du sucre de toutes les colonies françaises a été, pendant l'année 1883-84, de 140,000 tonnes environ dont la Guadeloupe seule a produit 55,000 tonnes, la Martinique 47,000, la Réunion 30,000, la Mayotte et quelques autres colonies 5,000 tonnes de sucre.

Nous n'avons pas de données exactes sur le nombre des sucreries existant dans ces colonies.

D'après le *Rapport* sur la question des sucres en France et dans les colonies publié par Sicre de Fontbrune et dont les chiffres concordent avec ceux du Ministère français de la marine et des colonies, voici le nombre des sucreries :

Guadeloupe.	472	sucreries et 21 usines centrales
Martinique	564	— 15 —
Réunion	80	—
Mayotte et Nossi-Bé . . .	12	—
Nouvelle Calédonie. . . .	2	—
Guyane	2	—
Total.	1,268 sucreries.	

D'après R. Monnerot, délégué de la Guadeloupe, ces chiffres sont inexacts. Ainsi il n'existe à la Guadeloupe que 80 sucreries, dont 20 sont des usines perfectionnées lesquelles ont produit, en 1883, 41,788 tonnes de sucre, alors que les 60 autres n'ont produit que 11,820 tonnes de sucre. Ces dernières tendent à disparaître. (J.d.F.S. 25, n° 28.)

Le rendement des 20 usines centrales de la Guadeloupe a varié de 7,48 à 10,05 kilogrammes de sucre par 100 kilogrammes de cannes ; il a été en moyenne de 9,04 $\%$. — 85 $\%$ environ des cannes ont été cultivés par les fabricants eux-mêmes, le reste a été acheté aux petits colons. — (La production de la petite île de Marie-Galante a été comprise dans celle de la Guadeloupe.)

Nous avons de même les chiffres du rendement de 12 fabriques centrales de la Martinique.

Ces 12 fabriques disposent ensemble d'un capital de 13,600,000 francs et ont acheté 303,005 tonnes de cannes, dont le rendement moyen par fabrique varie de 5,85 à 8,15 kilogrammes par 100 kilogrammes de cannes (plus 2,6 à 4,3 kil. de mélasse). Le capital engagé a donné un bénéfice net, variant de 31/2 à 29 0/0. (Il est à remarquer que c'est la plus grande de ces fabriques, Soudon, qui a donné le moindre bénéfice.) La quantité de combustible employée a varié de 0,5 à 1,7 par 1,000 kilogrammes de cannes. (D. Z. J. IX, n° 45.)

4. CUBA.

Jusque dans ces dernières années c'était Cuba (abstraction faite des Indes anglaises) qui était le premier pays producteur de sucre du monde entier. Mais depuis que la production du sucre de betteraves, notamment celle de l'Allemagne, a pris un développement considérable, l'industrie sucrière à Cuba est en décadence. D'autres circonstances encore ont contribué à ce résultat. L'insurrection qui a sévi dans ce beau pays pendant plus de dix ans a dévasté des districts entiers, notamment ceux situés à l'Est de l'île ; sans compter les impôts considérables qui en ont été la conséquence. L'abolition de l'esclavage qui a été décrétée en 1880 et qui doit être terminée en 1888, a rendu en même temps plus chère la main-d'œuvre ; de sorte qu'on avait même essayé, il est vrai sans succès, d'enrôler des ouvriers des Indes orientales et de Chine. Dans ces derniers temps cependant la main-d'œuvre, par suite de la crise, est devenue de nouveau meilleur marché. On estime actuellement à 17 pesos (1 peso = fr. 5-40) par mois les dépenses pour un esclave, et à 22 pesos au plus le salaire d'un ouvrier libre.

La fabrication du sucre est soumise à trois espèces d'impôts :

- a) Un impôt de 2 0/0 sur le revenu net de la plantation ;
- b) Un impôt municipal de 6 0/0 ;
- c) Un impôt d'exportation de 4,36 pesos par boucaut.

Ce dernier impôt a été modifié par la loi du 25 juillet 1884 d'après laquelle on prélèvera à l'avenir l'impôt d'exportation suivant :

Pour 100 kil. de sucre turbiné ou raffiné	40 centavos de peso ;
— desucre brut (muscovade)	—
— ou syrop concentré	35 —
— de mélasse	13 —

La moitié de la somme doit être payée en or, l'autre moitié en billets de la banque espagnole de la Havane. Des délais peuvent être accordés pour le paiement.

Voici le bilan de la production, de la consommation et de l'exportation du sucre pour quelques années, compté en tonnes de sucre brut.

Année.	Production.	Consommat.	Exportation.		Exportation. de mélasse.
			États-Unis.	Autres pays.	
1874	681,000	60,000	481,841	135,815	175,230
1881	493,764	45,000	405,683	43,384	96,747
1882	595,837	40,000	504,454	33,405	131,224
1883	460,397	40,000	389,215	19,040	110,852

La production de sucre en 1884 est évaluée à 530,000 tonnes.

Une partie notable du sucre était exportée précédemment en Angleterre, en Espagne, en France, etc. Aujourd'hui presque tout le sucre produit va aux États-Unis d'Amérique sous forme de muscovade. L'exportation se fait notamment par les villes de La Havane, Matanzas, Cardenas, Sagua la Grande, Cienfuegos, Santiago de Cuba, Remedios, etc.

On estime qu'à Cuba, un caballeria (13 1/2 hectares) produit en moyenne environ 40,000 arrobas (1 arroba = 11 3/4 kil.) de cannes à sucre qui rendent environ 6 %, soit 2,400 arrobas ou environ 43 boucauts (bocoyès) de sucre. Les frais de culture sont évalués à 668 pesos par caballeria (267 francs par hectare); chiffre qui est cependant soumis à de fortes oscillations. Jusque dans ces derniers temps chaque cultivateur produisait lui-même son sucre. Aujourd'hui, on a commencé à construire des usines centrales qui achètent la canne aux cultivateurs, ce qui est évidemment un système préférable. On a installé dernièrement la première raffinerie de sucre à Cardenas.

La fabrication du sucre à Cuba a été, cela se comprend, fortement éprouvée par la baisse considérable qui a eu lieu en 1884 sur le prix du sucre. Le prix des muscovades qui avait été en 1882 de 61/2 réals par arroba (11 3/4 kil.) n'était plus que de 3 7/8 réals en mai 1884.

(La plupart de ces renseignements ont été puisés dans un rapport du consul allemand à la Havane, voir *Deutsches Handels Archiv*, novembre 1884.)

Nous avons dit précédemment que la plupart des fabriques retiraient 6 % de sucre de leurs cannes, il y en a cependant qui obtiennent des rendements plus élevés. Ainsi une fabrique qui avait combiné une double pression avec une macération de la canne a obtenu, en 1882, 7,16 % de sucre I jet et 1,58 % d'arrière-produits, soit en tout 8,74 % de sucre; et ces rendements s'élèveront probablement encore à l'avenir. (S. I. 21, p. 596.)

P. S. Le gouvernement espagnol qui avait précédemment prélevé un fort droit d'importation sur les sucres provenant de Cuba et de Porto-Rico, vient d'abolir ces droits par une loi datant du 5 octobre 1884, sous la condition que l'importation en Espagne se fera par navires espagnols. C'est une mesure qui pourra être favorable à l'industrie cubaine.

5. PORTO-RICO.

L'exportation de cette île en 1883 était de 77,632 tonnes, dont 47,439 tonnes aux États-Unis et 18,071 tonnes en Angleterre, le reste au Canada et en Espagne.

6. ILE DE LA TRINITÉ.

L'exportation de cette île en 1883 a été de 55,420 tonnes de sucre, dont la plus grande partie a été expédiée aux États-Unis et en Angleterre. Le sucre importé paye un droit de 10 sh. par 100 livres (28 francs par 100 kil.).

7. DEMERARA.

Exportation en 1883, 116,636 tonnes de sucre dont une moitié allait en Angleterre, l'autre aux États-Unis.

8. BARBADOS.

Exportation de 55,000 tonnes (en 1883) de sucre vers l'Angleterre, les États-Unis et le Canada.

Elle a augmenté depuis quelques années.

9. SURINAME.

La production était en 1883 de 10,193 tonnes, dont 8,678 tonnes furent exportées, notamment en Angleterre et aux États-Unis, également à Demerara et en Hollande.

10. BRÉSIL.

L'exportation du sucre de canne est fort considérable dans ce pays. Elle a été de 250,000 tonnes en 1883-84. Dans la province de Bahia (*) seule, il existe déjà 4 fabriques centrales, construites par des Anglais. En tout, il y a au Brésil 51 fabriques centrales, représentant un capital total de 160 millions de francs environ.

Une usine (Engenho central de Bracuhy, province Rio de Janeiro) travaille la canne par la diffusion.

L'industrie sucrière est protégée par des droits d'importation calculés à la fois d'après le poids et la valeur des marchandises. Ces droits s'élèvent (depuis le 1^{er} mai 1882) :

Pour le sucre candi par kil.	à 300 reis (fr. 1.68),	plus 30 % de la valeur.
— le glucose	— 60 — (fr. 0.33),	— —
— les autres sucres	— 130 — (fr. 0.73).	— —

On déduit une tare de 15 % pour les tonneaux et caisses et de 2 % pour les sacs.

L'exportation se fait notamment aux États-Unis, en Angleterre, au Canada, etc.

(*) La fabrique de Bahia même a été construite par la Compagnie Fives-Lille.

11. RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

D'après l'évaluation du D^r Latzina, la consommation de sucre dans ce pays est à peu près de 60,000 tonnes (20 kil. par tête et par an). L'importation du sucre s'élève à 24,000 tonnes. La production de ce pays est donc de 36,000 tonnes. Sur cette quantité la province de Tucuman seule produit 24,000 tonnes. Il y a dans cette province 500 cultivateurs de cannes, qui exploitent ensemble 6.949 hectares de terre. Les provinces de *Santiago del Estero* et de *Salta* produisent ensemble environ 12,000 tonnes (*El Bien Publico*, Montevideo, 27 juillet 1884).

Ajoutons que M. E. Riffard, dont les travaux sont bien connus de nos lecteurs (*voir* pages 344 et 432 de cette Revue), vient d'installer deux grandes fabriques de sucre à Manola, au Chaco. L'industrie sucrière de ce pays est donc en train de se développer puissamment, d'autant plus qu'elle sera protégée, dès 1885, par de forts droits d'entrée, se montant à 7 centavos (88 centimes) par kilogramme de sucre.

12. URUGUAY.

La production de sucre pour 1883 est évaluée à 28,000 tonnes, alors qu'elle n'a été que de 10,350 tonnes en 1882.

13. JAVA.

L'industrie sucrière existe de vieille date à l'île de Java, car nous savons qu'il y avait déjà, en 1650, une vingtaine de moulins à sucre dans les environs de Batavia. Mais par suite des procédés vexatoires de la Compagnie des Indes orientales, qui gouvernait alors ce pays en maître absolu, l'industrie resta stationnaire. Au commencement du dix-huitième siècle, la fabrication du sucre fit des progrès et, en 1710, il y avait 130 moulins en activité. Mais par suite de nouvelles entraves de la part de la Compagnie, ce nombre se réduisit de nouveau. En 1779, il y avait en tout 55 moulins, dont 24 appartenaient à des Européens, 28 à des Chinois et 5 au Gouvernement; la production de sucre était de 5,000 tonnes. En 1813 elle n'était même plus que de 500 tonnes. Sous la domination du gouvernement hollandais, l'industrie recommença à prospérer. En 1830, on a produit 5,400 tonnes de sucre, et aujourd'hui on en produit environ 300,000 tonnes. La plus grande partie de ce sucre est exportée en Europe, notamment au canal de la Manche; une partie passe en Australie.

Les statistiques publiées sur l'exportation du Java varient assez notablement selon la source d'où elles proviennent. Nous donnons ici à titre de comparaison deux statistiques, l'une A publiée par le *Staats-Courant* (*), l'autre B que nous trouvons dans la *Deutsche Zuckerindustrie* (**).

(*) K. W. VAN GORKOM. *De Oost-Indische Cultures*. Amsterdam 1884, p. 628.

(**) D. Z. I. 10, n° 14.

Sucre exporté du Java en tons.

ANNÉE.	A		B		
	1882	1883	1882	1883	1884
Au Canal sur ordre	65.820	132.950	152.812	170.462	187.082
Angleterre.	95.358	61.947	—	5.297	999
Pays-Bas	25.795	34.320	7.239	11.221	9.475
France	24.263	14.406	9.678	5.656	2.122
Autres pays d'Europe	20.201	28.256	2.514	216	2.168
Port-Saïd, sur ordre	21.737	—	90.853	90.936	94.473
Amérique	1.662	1.288	706	541	3.949
Perse	1.140	3.657	1.161	635	612
Australie	32.861	19.389	27.950	15.766	22.657
Singapore	2.041	3.227	2.145	2.406	2.535
Autres pays exotiques	42.043	8.397	25	834	12.814
	332.921	307.897	295.083	301.970	338.886

Les différences dans ces statistiques proviennent sans doute en partie de ce que des sucres dirigés au Canal ou à Port-Saïd sur ordre, ont été expédiés ensuite en d'autres contrées.

L'exportation du sucre aux Pays-Bas qui avait été de 116,000 tonnes en 1869, n'est plus que de 10,000 tonnes (*) actuellement ; c'est l'Angleterre qui domine à présent le marché javanais.

Ce sont principalement les trois espèces de sucre suivantes, qui sont exportées du Java :

1) Le *sucre principal* qui est en grand cristaux et fort sec. On l'emballa en paniers, dits *krandjangs*, doublés à l'intérieur de feuilles de palmier ;

2) Le *sucre de sirop* qui est en cristaux plus petits et que l'on emballe également en paniers ;

3) Le *sucre en sacs* qui est mis en sacs parce qu'il est trop humide pour être mis en paniers.

Le *sucre principal* (*hoofdsuiker*) est de qualité supérieure et très recherché par les raffineries.

Le *sucre de sirop* (*stroopsuiker*) est aussi de très bonne qualité. Mais il est acheté de 1 à 2 florins par picoul (**) meilleur marché à cause de sa cristallisation plus fine, qui est défavorable à sa conservation. Aussi la refonte de ces seconds produits est de plus en plus pratiquée dans les usines javanaises, où on les dissout simplement dans les vesous chauds destinés à la cuite.

(*) D'après *Bloemen et Gebhard* (VAN GORKUM. *De Oost-Indische Cultures*, p. 650).

(**) 1 picoul = 61,5 kilogrammes ; 1 florin = fr. 2,10 environ.

Notons que jusqu'à présent toutes les transactions de sucre à Java se font sans avoir recours à la polarisation ou au titrage. Les sucres sont simplement taxés selon leur couleur, leur aspect cristallin et leur degré de siccité. Le type hollandais n° 14 sert de base à ces transactions.

Le sucre en sacs (zaksuiker) représente les derniers jets qu'on ne saurait turbiner avec profit. Il se vend ordinairement de 50 à 60 % moins cher que le sucre principal. Il est possible qu'une partie des bonnes sortes de ce sucre entre dans les raffineries ; mais la plus grande partie va dans les brasseries anglaises et autres.

Il existe à Java 213 fabriques de sucre.

Dans ce nombre 95 sont privilégiées par suite de contrats conclus avec le gouvernement et ont à leur disposition les bonnes terres appartenant à l'État. — Mais depuis quelques années l'industrie sucrière libre s'est développée également. Il existe déjà un grand nombre de fabriques de cette dernière catégorie et leur nombre tend à s'accroître chaque année. Deux fabriques ont été construites par un prince indigène, Mangkoe Negoro (qui est décédé en 1881).

Voici le nombre et la production des diverses fabriques javanaises :

	Nombre de fabriques.	Production en tonnes	
		1875.	1882.
a) Fabriques ayant contracté avec le Gouvernement . . .	95	458.660	499.740
b) — ayant contracté avec la population indigène . . .	50	44.441	32.552
c) — sur des terres vendues ou affermées par le Gouvernement	8	4.088	7.750
d) — sur des terres privées	30	5.862	3.554
e) — sur des terres situées dans les sultanats de Djokdjokarta et Soerakarta	30	49.284	50.399
TOTAL. . .	213	202.305	293.965

Nous avons trouvé des indications détaillées sur les 95 fabriques privilégiées. Ces fabriques avaient en 1882 un rendement moyen de 77 picouls de sucre par bouw (*) (6,800 kil. par hectare). Le plus faible rendement était celui de la fabrique dite « De Hoop » (Passaroewan) qui n'avait produit que 25 picouls de sucre par bouw, et le plus fort rendement fut obtenu par la fabrique de « Pandji » (Besoeke), savoir 130 picouls par bouw.

Au lieu de la canne jaune que l'on plante ordinairement aux Indes occidentales, on cultive à Java surtout la canne noire de Cheribon qui contient de 11 à 19 % de sucre et 0.7 à 4 % de glucose. D'après des rapports publiés à

(*) 1 bouw = 0.7 hectare environ.

l'exposition d'Amsterdam, on perd dans la bagasse environ 15 à 20 % de jus. On a essayé dans ces derniers temps la diffusion de la canne.

L'industrie sucrière à Java paraît être dans de très bonnes conditions, car son exportation augmente très sensiblement. Même pendant la crise des derniers temps on n'a pas entendu parler du chômage d'une seule fabrique. On estime que la production de l'île pourrait augmenter encore facilement de 40 à 50 %. Dans la lutte qui s'engagera à l'avenir entre le sucre de canne et le sucre de betteraves, l'industrie javanaise est appelée, cela paraît certain, à jouer un rôle très important.

14. INDES ORIENTALES.

On estime à 1,500,000 tonnes par an la production totale de sucre aux Indes anglaises. Ce sucre est en partie du sucre de canne (*cane jaggery*) et en partie du sucre de palmes (*palmyra jaggery*).

L'exportation est estimée à 65,000 tonnes. Il faudrait cependant aussi tenir compte de l'importation qui est assez notable.

Ainsi l'importation de sucre raffiné à Bombay était en 1883 :

De Maurice	27 679 tonnes.
De Hong-Kong	3 753 —
De divers pays	85 —
Total.	31 517 tonnes.

L'exportation de Bombay en 1883 a été de 600 tonnes de sucre raffiné, et de 316 tonnes de sucre brut et de mélasse, destiné surtout pour l'Arabie.

Les sucres importés aux Indes sont principalement des sucres raffinés de Maurice et de France, puis des demi-raffinés et des bruts de Maurice, Zanzibar, Hong-Kong, etc.

Une seule raffinerie de sucre existe aux Indes, c'est celle de *Shoranpur* au Bengale.

(Extrait du rapport d'un consul autrichien.)

L'importation du sucre à *Colombo* (Ceylon) était en 1883 de 1,435 tonnes, dont 500 tonnes de raffiné, 598 tonnes de sucre brut et 337 tonnes de sucre de palmes.

15. AUSTRALIE (Colonies anglaises).

On évalue à 100,000 tonnes la consommation de sucre sur le continent de l'Australie. L'importation est de 70,000 tonnes environ, et provient principalement de Maurice (45,000 tonnes) et de Java (22,000 tonnes), ainsi que de la Réunion (2,000 tonnes).

Les droits d'entrée sur le sucre sont fort variables selon les différentes provinces. Pour « Victoria », le sucre brut paye 3 sh. par 100 livres (fr. 8-40 par 100 kil. et le sucre raffiné 2 pence par livre (46 fr. par 100 kil.).

Pour la « Nouvelle-Galles du Sud » et « Queensland », les droits sur le sucre brut sont de 5 sh. par 100 livres (14 fr. par 100 kil.) et sur le sucre raffiné de 6 sh. 8 d. par 100 livres (fr. 18-60 par 100 kil.).

Ce qu'il y a de curieux en Australie, c'est que, d'après une correspondance de Melbourne (D. Z. J. IX, N° 52), le sucre ne s'y vend généralement pas en détail.

On donne *gratuitement* 4 livres de sucre à tous ceux qui achètent 1 livre de thé au prix de 2 shillings.

16. ILES SANDWICH.

Voici la production de sucre des îles Sandwich :

Nom de l'île.	Terre cultivée		Sucre produit en tonnes.
	en acres.	en hectares.	
Hawaïi	30 000	12 000	29 000
Maïi.	12 000	4 800	15 500
Kanai	10 000	4 000	9 500
Oahu	3 000	1 200	3 000
Total.	55 000	22 000	57 000

Le développement de l'industrie sucrière aux Iles Sandwich date de 1876. C'est pendant cette année qu'un traité de réciprocité fut conclu avec les États-Unis d'Amérique (une sorte d'union douanière) qui permet aux habitants des Iles Sandwich d'importer leur sucre aux États-Unis, sans devoir payer de droits. Par suite de ce traité, la culture de la canne a pris une grande extension, notamment dans les terres situées aux bords de la mer. Il est à remarquer que ces terres ont une altitude de 60 à 900 mètres au-dessus du niveau de la mer. On a établi pour les fertiliser des irrigations, au moyen de canaux alimentés par les sources venant des montagnes.

Il n'y a pas de bois de construction aux îles de Sandwich, ce bois doit être importé des États-Unis, soit d'une distance de plus de 3,000 kilomètres. Les ouvriers sont des Indiens et des Chinois, qui reçoivent en dehors de leur nourriture 13 pesos (70 francs) par mois. De plus, on fait venir des Portugais de Madeira et des Azores et des Indiens des Nouvelles-Hébrides. Enfin, on y a appelé des immigrants de Norvège et d'Allemagne, qui s'engageaient pour quatre ans à raison de 16 à 18 dollars (83 à 93 francs) par mois, plus le logement et les frais de passage. Cependant il a été démontré bientôt que l'ouvrier européen ne convenait pas pour le travail de la canne.

Il y a 70 fabriques de sucre aux Iles Sandwich, construites pour la plupart par des constructeurs anglais et américains. Elles valent ensemble environ 70 millions de francs. — Si les circonstances restent favorables et surtout si les États-Unis n'abaissent pas leurs droits d'entrée pour les autres pays, la production de sucre pourrait monter jusqu'à 80 ou 90,000 tonnes, mais cela sera le maximum possible à atteindre (D. Z. J. IX, N°s 32 et 33). La plus grande plantation de cannes de ces îles, ou plutôt du monde entier, est celle de *Spreckelsville*, dont le *Louisiana Sugar Bowl* fait une description enthousiaste (J. d. F. S. 24, N°s 35 et 38).

M. Claus Spreckels, le propriétaire de la raffinerie de sucre de Californie

(San Francisco) a, pour ainsi dire, accaparé pour lui, la fabrication de sucre dans ces îles (S. I. 22, N° 24).

17. ÉGYPTE.

La plupart des fabriques de sucre (12) appartiennent au Khédivé et sont placées sous l'administration de la « Daira Sanieh ». Les plus importantes de ces fabriques sont celles de Minié, de Rhoda (île dans le Nil près du Caire), d'Abu Gurgas, de Mattay, de Mutaxa, d'Armant et d'Abaxa. En dehors de celles-là, il existe encore deux petites fabriques, l'une à Farchout appartenant au prince Ibrahim, et l'autre à Minié, appartenant à Sultan pacha.

100 kilogrammes de cannes ont donné en moyenne :

5,80	kilogrammes de sucre	I jet de 95 à 99°	pol.	
1,50	—	—	II jet	} sucre roux.
0,50	—	—	III jet	
3,00	—	de mélasse.		

Il reste 40 % de bagasse qui est employée à la fabrication du papier.

Le sucre I jet (crystals) est excellent et peut être employé comme succédané du sucre raffiné. On en exporte beaucoup en Italie, en Angleterre et en France, ainsi qu'en Turquie et en Syrie. Il y a un droit d'exportation de 1 % de la valeur.

Les frais de transport se montent à 10 ou 15 francs par tonne. Les sucres II^e et III^e jet vont en Angleterre, ils ont à peu-près la même valeur que le sucre de betteraves titrant 88°.

La production de l'Égypte varie de 20,000 à 45,000 tonnes selon la récolte. (D'après le rapport du Consul général de l'Autriche à Alexandrie.)

En 1882, on a installé en Égypte la première raffinerie de sucre à Hawamdieh, près de Ghizée, sur la rive gauche du Nil, qui a produit 3,070 tonnes de sucre raffiné en 1883.

Il paraît que les résultats n'ont pas été satisfaisants à cause de la cherté de la main-d'œuvre et du combustible.

À côté de l'exportation, il y a cependant aussi une importation de sucre raffiné s'élevant à 3,000 tonnes environ, et provenant en grande partie de la France et de l'Autriche. Ces sucres payent pour le transport de Marseille (ou de Trieste) à Alexandrie environ 20 francs par tonne, plus des droits d'entrée s'élevant à 8 % de leur valeur. À cela il faut ajouter encore les frais de déchargement se montant environ à fr. 3-75 par tonne.

18. MAURICE.

L'exportation pendant la campagne 1883-84 était de 120,396 tonnes. Elle a eu lieu pour l'Australie, Bombay, la Nouvelle-Zélande, l'Angleterre, les États-Unis, le Cap de Bonne-Espérance et Tasmanie. La production est restée à peu près stationnaire depuis 30 ans. L'exportation en Europe a diminué, celle en Australie a augmenté.

19. CANADA.

L'introduction de l'industrie sucrière de la betterave dans votre pays sera plus profitable que la découverte de mines d'un métal précieux. (Extrait d'une lettre de L. Walkhoff au gouvernement Canadien, 1879.)

La culture de la betterave à sucre a été entreprise sur l'initiative et sous le contrôle du gouvernement de la Province de Québec. Un grand nombre d'essais (*) faits dans cette province ont démontré qu'il était possible d'obtenir au Canada un bon rendement cultural de betteraves ayant une richesse en sucre fort remarquable. La bonne qualité des betteraves du Canada, constatée également par des chimistes de Paris et de Bruxelles, ne manqua pas d'attirer l'attention des capitalistes. M. H. Legru, ingénieur et fabricant de sucre de France, qui était venu faire une étude spéciale sur le sujet, fut frappé des avantages qu'offrait le pays pour l'industrie sucrière. Il organisa la Compagnie « Union Sucrière Franco-Canadienne » qui résolut d'établir une première fabrique à Berthier-en-Haut (comté de Berthier).

Deux autres compagnies ont construit ensuite deux autres usines à Farnham (comté de Missiquoi) et à Coaticook (comté de Hanstead). Ces trois entreprises ont trouvé presque partout des terres adaptées à la culture de la betterave à sucre et des moyens de transport faciles et économiques. De plus, elles ont reçu un accueil très bienveillant de la part du gouvernement de Québec.

Sur la demande de M. Legru, le Gouvernement Fédéral de la Puissance du Canada, accorda l'exemption de tout droit pendant huit années sur le sucre obtenu de la betterave du Canada, ce qui constitue une *prime ou protection* de 60 % de la valeur du sucre, prime énorme comme on voit (**).

Ajoutons qu'au Canada la main-d'œuvre ne coûte pas beaucoup plus qu'en Europe, et que le charbon et la pierre calcaire s'y trouvent en abondance. La nouvelle industrie ne pouvait donc s'établir sous des auspices plus favorables. Cependant le début n'a pas semblé justifier les espérances.

L'usine de **Berthier** (***) est tombée sans avoir, pour ainsi dire, fonctionné. Il faut en chercher la cause dans les dissensions intestines entre les membres de la Société. Trois mois après la constitution de la Société, avant même que l'usine fut à moitié achevée, des procès entre les membres amenèrent la retraite du fondateur de cet usine. Celle-ci se trouva sans chef et sans un personnel suffisamment expérimenté et compétent; elle fut abandonnée aux chaudronniers et mécaniciens qui, venus pour faire le montage, durent se charger ensuite de conduire la fabrication.

(*) Voir les rapports du département de l'Agriculture et des Travaux publics pour les années de 1876, 1877, 1878 et 1880.

(**) D'après un rapport officiel de 1882 du Ministre de l'Agriculture du Bas-Canada (province de Québec).

(***) D'après des renseignements que M. H. Legru, à Montréal (Canada) a bien voulu mettre à notre disposition. F. S.

La fabrique de **Farnham** a travaillé en 1882-83, en 27 jours, 3,400 tonnes de betteraves et a obtenu un rendement de 8 % de sucre. (Le sucre produit était en partie en cristaux blancs et a été vendu directement pour la consommation.) Là aussi, paraît-il, l'insuccès était dû en grande partie au personnel dirigeant formé d'Allemands qui n'ont pu se faire comprendre des ouvriers sans interprète.

A *Coaticook* il faut ajouter aux causes précédemment indiquées le manque absolu d'argent dès le début; il en est résulté que l'usine, à peine fondée, a dû être liquidée et en partie démontée la même année. L'usine de Coaticook avait produit, en 1882-83, 180 tonnes de sucre blanc et 113 hectolitres de mélasse.

Une grande erreur qui n'a pas peu contribué à la chute des fabriques, c'est que les sociétés constituées au mois de mars 1881 ont voulu marcher la même année, pour ne pas perdre une année de la protection. Mais l'installation des machines, qui venaient d'Europe, ne put être achevée avant le mois de janvier de l'année suivante et, pendant qu'on était occupé du montage, on avait négligé l'ensilotage des betteraves, dont beaucoup se sont trouvées pourries. La production des betteraves avait été de 20,000 tonnes cette première année, malgré qu'aucune terre n'avait été préparée d'avance et malgré la grande inexpérience des cultivateurs.

Depuis cette malheureuse première campagne, les usines n'ont plus marché, pour ainsi dire. Il n'y avait plus d'argent. Puis sont venues les liquidations qui durent encore. Cependant, il paraît certain que l'industrie du sucre se relèvera au Canada; ce pays deviendra même, croyons-nous, au bout d'un certain temps, très important pour la production du sucre, car il réunit toutes les conditions nécessaires pour le succès de cette industrie.

Il résulte des renseignements que nous avons reçus que la culture des betteraves qui a été continuée depuis par quelques cultivateurs donne de très bons résultats. On produit avec les meilleures graines de 35 à 40 tonnes de betteraves par hectare. (Il faut dire que l'on obtient aussi près de 30 tonnes de bonnes pommes de terre par hectare.) Le sol et le climat sont donc très favorables à la culture des betteraves. La richesse des betteraves récoltées est en moyenne de 13 % de sucre pour 100 cc. de jus, avec une pureté de 82 à 85.

La betterave peut être parfaitement ensilotée comme en Russie; on en a conservé jusqu'au mois de mai. La pulpe de diffusion peut également être ensilotée; on l'a vendue à Montréal au prix de 15 francs la tonne et de 10 francs aux environs des usines.

Nous avons déjà dit que le sucre produit au Canada ne paie pas d'impôt, alors que le sucre étranger est soumis à des droits fort élevés (1/2 à 1 cent par livre, soit fr. 11-50 par 100 kilogrammes de sucre blanc, plus un second droit de 30 à 35 % *ad valorem*).

Comme les usines sont construites et seront vendues probablement à bon marché, les sociétés qui feraient un nouvel essai, se trouveraient dans des conditions fort avantageuses.

Il existe au Canada plusieurs raffineries qui travaillent le sucre de basse qualité provenant du Cuba et de la Chine. Ces sucres sont dissous et épurés sans ajouter de la chaux, puis passés par des poches et filtrés sur beaucoup de noir fin. On obtient ainsi une grande quantité d'eaux de lavage qui deviennent

facilement acides en subissant la fermentation lactique. Ces jus acides attaquent les tuyaux en fer, de sorte que les sucres contiennent souvent de l'oxyde de fer, lequel colore en bleu le thé par suite de l'action du tannin que celui-ci contient (D. Z. J. IX; N° 40).

La consommation de sucre au Canada est très considérable et va en s'élevant d'année en année.

Voici le tableau des sucres importés :

1879	103,103,716 livres = 46,765 tonnes.
1880	105,979,326 » = 48,067 —
1881	118,281,664 » = 53,649 —
1882	134,999,510 » = 61,230 —
1883	154,260,540 » = 69,968 —

sans compter une importation très notable de sirop et de mélasses.

Il faut noter aussi une consommation de sucre d'érable, produit au Canada, et que l'on peut évaluer à 20 millions de livres = 9,000 tonnes.



N. Rillieux



Dubroni



H. Champoussis



C. Scheibler



A. Marggraf



F. Achard



C. Stammer



H. Jelinek



F. Walkhoff



C. Steffen

Célébrités de l'industrie sucrière.

SUPPLÉMENT

CÉLÉBRITÉS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

En dressant dans notre *Revue* le tableau détaillé des progrès accomplis récemment dans le vaste domaine de l'industrie sucrière, nous avons cru intéressant de donner en même temps les portraits de quelques hommes éminents auxquels nous devons en grande partie ces progrès. Les portraits sont accompagnés de notices biographiques composées toutes d'après des sources originales.

Nous avons ajouté à ce groupe Marggraf et Achard, les deux fondateurs de l'industrie sucrière en Europe.

André Sigismond Marggraf naquit à Berlin le 3 mars 1709. Ses études terminées, il devint professeur de chimie et membre de l'Académie des Sciences de Berlin, puis en 1760 directeur de la section physique de cette Académie; enfin, en 1780, membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. Il est mort le 7 août 1782.

C'est lui qui le premier a constaté l'existence du sucre dans la betterave et dans plusieurs autres plantes et qui en a fait l'extraction sur une petite échelle.

Dans ses essais, Marggraf se servait d'alcool. Plus tard il préféra la méthode suivante :

Il épuisait les betteraves au moyen de l'eau froide.

Le jus obtenu était porté à ébullition, après une addition d'albumine ou de sang de bœuf; puis on filtrait au moyen de poches. Le jus clair était concentré, et la masse cuite exposée à la cristallisation.

Ce procédé permettait d'extraire 5 % de sucre de la betterave de Silésie.

Marggraf préconisait la fabrication du sucre dans la ferme ce qui devait permettre au cultivateur de remplacer le sucre de canne, alors fort cher, par du sirop de betteraves fabriqué par lui-même; et d'utiliser, en outre, les pulpes pressées pour l'alimentation du bétail. Il a publié le résultat de ses expériences dans un mémoire présenté en 1747 à l'Académie des Sciences de Berlin et intitulé : « Expériences Chymiques faites dans le dessein de tirer un véritable sucre de diverses plantes qui croissent dans nos contrées. » Ce mémoire, fait curieux à noter, ne paraît avoir existé qu'en langue latine et française, et nullement en langue allemande.

Ajoutons que Marggraf était un chimiste très distingué qui a fait beaucoup de découvertes importantes pour le développement des sciences chimiques. (*Actenstücke zur Geschichte der Rübenzuckerfabrication, etc.*, par le Dr C. Scheibler, Berlin 1875.)

François-Charles Achard (*), l'un des élèves de Marggraf, a construit la première fabrique de sucre de betterave. Il naquit à Berlin, le 28 avril 1753 et devint, après la mort de Marggraf, le directeur de la section physique à l'Académie des Sciences de Berlin. Il mourut le 20 avril 1821 à Cunern (Silésie). C'est en 1799 qu'Achard a construit, avec l'appui du roi de Prusse, la première fabrique de sucre de betteraves à Cunern, après avoir fait déjà en 1786 des essais de fabrication à Caulsdorff, près de Berlin. La réalisation du projet conçu par Achard rencontra beaucoup de difficultés en pratique, et ce n'est qu'en 1802 que la fabrique de Cunern fut mise en marche. L'exemple donné par Achard, fut bientôt suivi par d'autres. Koppy construisit, sur les conseils d'Achard, une deuxième fabrique à Krain, et Nathusius une troisième fabrique à Neuwaldenleben. En même temps on essayait en France la fabrication du sucre à Saint-Ouen et à l'abbaye de Chelles, aux environs de Paris. Cependant ce n'est qu'en 1812, lorsque les guerres de Napoléon contre l'Angleterre eurent produit une hausse considérable sur le prix du sucre, que cette fabrication devint lucrative, d'autant plus qu'elle fut favorisée par la protection financière de Napoléon. Mais tout cela ne peut qu'agrandir les mérites d'Achard, qui a eu le courage de fonder l'industrie sucrière dans un temps moins favorable et qui a tracé la voie aux générations futures.

Les Anglais au moins avaient compris immédiatement le grand danger que l'initiative d'Achard présentait pour leurs colonies. D'après Louis Napoléon (**) ils lui ont offert à deux reprises des sommes considérables (50,000 et 200,000 thalers) pour l'engager à publier un ouvrage, dans lequel il aurait avoué qu'il s'était trompé sur la possibilité d'extraire pratiquement du sucre des betteraves. Achard rejeta ces offres. Il eut cependant le malheur, en 1809, de voir sa fabrique de Cunern consumée par les flammes.

Parmi les ouvrages publiés par Achard, nous devons citer en première ligne son *Traité sur la culture des betteraves*, qui est un véritable chef-d'œuvre quand on tient compte de l'époque de sa publication (1799 et 1803). Il a écrit, en outre, un ouvrage intitulé : *La fabrication du sucre en Europe* dans lequel on trouve tous les détails de l'installation faite à la fabrique de Cunern. On ne doit pas s'étonner que les procédés industriels employés par Achard étaient de beaucoup inférieurs à ses procédés de culture, la mécanique et la chimie étant alors encore dans leur enfance.

Le cadre du présent ouvrage ne nous permet pas de suivre pas à pas les travaux de tous les hommes éminents qui ont contribué depuis Achard jusqu'à nos temps au prodigieux développement de l'industrie sucrière.

(*) On a essayé de diminuer les mérites de Marggraf et d'Achard en leur opposant Olivier de Serres qui, en 1605, avait simplement affirmé que le jus de betteraves a un goût sucré, et B. Delessert qui avait construit une sucrerie à Passy, dix ans après Achard. On ne peut prendre au sérieux ces revendications.

(**) Œuvres de Louis Napoléon, publiées par C. E. Temblaire, Paris 1848.

Cela formera peut-être le sujet d'un autre travail réservé à l'avenir. Pour le moment, nous ne parlerons que de nos contemporains, en commençant par l'homme éminent qui est mort, il y a peu de temps, après une vie de labeur consacrée presque exclusivement à l'industrie sucrière, Dubrunfaut.

Pierre-Angustin Dubrunfaut est né à Lille, le 1^{er} septembre 1797.

Son premier travail scientifique fut un mémoire sur *la saccharification des féculs*, présenté en 1823 à la Société d'agriculture de Paris et qui lui valut une médaille d'or à l'effigie d'Olivier de Serres. L'année suivante, en 1824, il publia son *Traité complet de l'art de la distillation*, ouvrage qui eut un grand succès et fut traduit dans toutes les langues.

Un an après (1825) paraissait *l'Art de fabriquer le sucre de betteraves* qui contient : 1^o la description des meilleures méthodes usitées pour la culture et la conservation de la betterave ; 2^o l'exposition détaillée des procédés et appareils utiles pour en extraire le sucre avec de grands avantages. Cet ouvrage eut un succès considérable ; son prix qui était de 8 francs chez l'éditeur, atteignit, après épuisement de l'édition, un prix dépassant 150 francs. Dubrunfaut y prédisait le développement que devait prendre l'industrie sucrière. Il y conseillait, entre autres, le travail alcalin, et démontrait la possibilité de supprimer la jachère.

De 1825 à 1830, il fut professeur de physique et de chimie à l'école de commerce à Paris, et publia de 1826 à 1829, avec Christian et Leblanc, le journal *L'Industriel* et puis, de 1829 à 1832, *l'Agriculteur manufacturier*.

Dans ce dernier journal il s'occupa de toutes les industries agricoles en s'inspirant des paroles de J.-B. Say : « L'homme qui se borne à récolter des mains de la nature n'est pas agriculteur. »

En 1831, Dubrunfaut a démontré l'existence d'une proportion considérable de sels de potasse et de soude exploitables dans les mélasses. Il a établi en 1834 une distillerie de mélasses de betteraves à Douai et, en 1837, deux grandes usines pour la fabrication des alcools de mélasses et des salins de vinasses à Valenciennes et à Bercy (Seine).

En 1849 il a fait, avec la collaboration de Hippolyte Leplay, des expériences sur l'application des sucrates de baryte, de strontiane, de plomb et de chaux pour l'extraction du sucre des mélasses (brevet du 23 juillet 1849), et sur l'emploi des sulfures de barium et de strontiane pour cette fabrication, au lieu des hydrates. Quatre usines furent construites en 1850 pour l'exploitation de ce brevet, dont l'une (Courrière, Nord) produit encore aujourd'hui du sucre à l'aide du sulfure de barium ou de la baryte. En 1852, il a réalisé pour la première fois la distillation directe des betteraves dans la sucrerie *Aux Allouettes* près Chalon s/S.

En 1854, Dubrunfaut a découvert l'analyse osmotique (*) consignée dans un brevet à la date du 1^{er} avril de cette année. En 1863, il fit construire les premiers osmogènes.

Le procédé d'osmose fut encore perfectionné dans la suite, et a pris un grand développement depuis qu'on a réussi à fabriquer du bon papier d'osmose.

(*) Cette découverte a précédé de huit années la dialyse de Graham.

Dubrunfaut s'est occupé jusqu'à la fin de ses jours de perfectionner le procédé de l'osmose.

Il publiait encore pendant les derniers jours de sa vie des articles dans la *Sucrierie Indigène*, ayant pour but de démontrer la possibilité de fabriquer du sucre blanc pur et sans mélasse au moyen de son nouveau procédé, l'osmose calcique.

Nous ne pouvons énumérer ici les nombreux travaux publiés par Dubrunfaut. Mentionnons cependant son ouvrage : *Le sucre dans ses rapports avec la science, l'agriculture, l'industrie, etc.* et qui porte la devise :

« Le sucre, considéré comme aliment emprunté à la culture des betteraves, » n'est pas une matière imposable, et l'impôt qui le grève si lourdement en » France est en opposition avec les principes d'une bonne économie politique. »

Rappelons aussi ses travaux sur les acides gras (1841), le prussiate de potasse et le glucose de fécule (1845 à 1850) et, notamment, ses beaux travaux sur la maltose.

Dubrunfaut était depuis 1861 seulement chevalier et, depuis 1878, officier de la légion d'honneur. Il a brigué en 1868 un fauteuil à l'Académie des Sciences, mais sa candidature ne fut pas admise malgré tous les titres qu'il pouvait faire valoir. C'était peut-être parce qu'il « avait revendiqué comme un droit l'honneur d'appartenir à cette compagnie ». Depuis lors, Dubrunfaut n'a plus voulu présenter sa candidature qui eût certainement triomphé à une deuxième épreuve.

L'activité de Dubrunfaut ne s'est pas ralentie avec l'âge.

Il a travaillé jusqu'à son dernier jour à son laboratoire de Berry avec ses fidèles et dévoués collaborateurs, MM. Hippolyte Leplay et Jules Cuisinier. En dehors de ses études chimiques il s'occupait beaucoup à rechercher des autographes d'hommes célèbres, et il a fait don en 1880 d'une de ses belles collections au musée de Lille et d'une autre, à l'Académie des Sciences.

Dubrunfaut est mort le 7 octobre 1881 asphyxié pendant son sommeil par suite d'une fuite de gaz.

(S. J. XVIII, n° 16, J. d. F. S. 22, n° 41. *Les Mondes*, 13 oct. 1881. Voir aussi *Et. Charavay*. Notice biographique sur P.-A. Dubrunfaut, Paris, 1882, et les documents publiés par P.-A. Dubrunfaut en 1863 à l'occasion de sa présentation à l'Académie des Sciences.)

Norbert Rillieux est né en 1806 à la Nouvelle-Orléans (États-Unis). Après avoir fait ses études à Paris, il inventa en 1830 l'appareil d'évaporation à effets multiples, mais ne réussit pas à trouver en France l'appui nécessaire pour mettre son idée en pratique. Il retourna alors en Amérique, mais y rencontra également de grandes difficultés. Ce n'est qu'en 1843 qu'il parvint à appliquer pour la première fois à la Louisiane son système qui consistait dans la combinaison d'un double ou d'un triple-effet d'évaporation avec double-effet de cuite.

C'est Rillieux qui, le premier, posa le principe que toute l'évaporation des jus doit se faire en vase clos hors du contact de l'air, aussi bien que la cuite et qu'il faut utiliser, pour ces opérations, toutes les vapeurs de retour des machines à vapeur.

A cette époque la chaudière à cuire dans le vide de Howard n'était employée exclusivement qu'en raffinerie; le générateur de vapeur qui actionnait la machine de la pompe à air était à basse pression, et la machine à condensa-

tion; il y avait un condenseur séparé pour les chaudières à cuire et pour la machine. Dans les sucreries de betteraves, toutes les évaporations étaient à air libre, et les machines perdaient leur vapeur d'échappement dans l'atmosphère. Rillieux employa partout les générateurs à haute pression, et les retours des machines purent, dès lors, être condensés avec fruit par l'appareil d'évaporation à effets multiples et y produire la majeure partie du travail, avec addition d'une faible quantité de vapeur directe. En outre, Rillieux remplaça dans la construction des appareils de sucrerie le cuivre, qui était jusqu'alors exclusivement employé, par le fer et la fonte qui sont plus résistants et moins coûteux, et rendent praticable l'installation d'appareils de grandes dimensions. De plus, il imagina d'employer les surfaces tubulaires au lieu des double-fonds usités seuls alors, concurremment avec les serpentins, et il put, dès lors, disposer de vastes surfaces de chauffe sous un petit volume.

Les appareils Rillieux furent brevetés en 1843 aux États-Unis. Leur description fut publiée ensuite par les soins même de M. Rillieux dans le *Patent Office Report* de Washington de 1848; il les mit ainsi dans le domaine public pour tous les autres pays. Mais ce n'est qu'en 1851-52 que ce système fut introduit, sans le concours de son inventeur, en Europe, et qu'il fut appliqué par le constructeur allemand Tischbein, et ensuite par Cail, Robert, etc.; mais aucun de ces constructeurs ne comprit bien les principes de Rillieux. L'appareil que Tischbein construisit d'après les plans qu'il reçut d'Amérique, était un appareil à trois caisses semblables, la troisième étant une chaudière de cuite, et qui aurait dû fonctionner en double-effet pour l'évaporation et double-effet pour la cuite. De plus, dans les appareils Rillieux il y avait toujours pression dans la première caisse d'évaporation, et toutes les cuites de premier, second et autres jets étaient faites avec la vapeur de la première caisse. Ces choses sont dans le domaine public depuis 1848, et Rillieux n'a jamais cherché à les faire breveter de nouveau; une étude plus approfondie des conditions de marche des appareils américains aurait évité bien des erreurs, dans lesquelles sont tombés les critiques à leur sujet.

Rillieux abandonna les affaires en 1862 et revint en France où il ne s'occupa plus que d'archéologie, lorsque, vers 1878, ayant appris combien les triple-effets Européens marchaient mal, il s'occupa de nouveau de ces appareils dont il améliora la construction, surtout en ce qui concerne les évacuations qui sont toujours fort imparfaites même avec l'emploi de pompes à eau pour chaque corps appareil (*). Les appareils à cuire eux-mêmes purent faire le même travail dans le même temps avec des vapeurs à basse pression. Rillieux a rendu dans cette voie des services incontestables à l'industrie sucrière en la dotant surtout du chauffage à effets multiples qui est pour la sucrerie de betteraves le complément indispensable de l'évaporation à effets multiples (**) pour réduire au minimum la consommation de combustible.

II. Champonnois est né à Chaumont (Haute-Marne) le 1^{er} avril 1803.

Il se destinait d'abord à la pharmacie et à la chimie. Mais M. Molard, professeur au Conservatoire des arts et métiers, dont il suivait les cours ayant

(*) Voir p. 149 de cette Revue. Cette installation est reproduite à peu près exactement fig. 122 dans le montage du triple-effet avec caisses Jelinek.

(**) Voir p. 152 de cette Revue.

remarqué chez lui plus d'aptitudes pour les sciences industrielles, le mit en rapport avec le comte Chaptal qui le dirigea vers la fabrication du sucre de betteraves et lui ouvrit ainsi une carrière dans laquelle il débuta en 1825. Dès son début il introduisit dans la fabrication du sucre des améliorations nombreuses dont quelques-unes, notamment le laveur à betteraves, sont encore actuellement en usage. Il inventa (en 1830) la macération continue pour l'extraction du sucre de la betterave (Macérateur Champonnois et Martin). Mais cette première application de la macération ne réussit pas, parce qu'on ne connaissait pas encore alors la double carbonatation et qu'il était difficile de déféquer des jus ne contenant pas de matières albuminoïdes. A la même époque il introduisit la revivification du noir dans les fours coulants, système qui est conservé encore aujourd'hui avec plus ou moins de modifications.

Dès 1845, étant alors directeur-gérant de la sucrerie des Allouettes près de Chalons s/S. et des cultures annexées à cette usine, il publiait, dans les *Annales* de la Société d'Agriculture et d'Horticulture de Chalons s/S., ses premiers essais sur la culture des betteraves en billons.

Champonnois s'est occupé pendant toute sa vie à réaliser *l'annexion de l'industrie à la ferme*.

Il créa (en 1852) le système de distillation agricole qui porte son nom et qui est aujourd'hui universellement adopté, et pour lequel Champonnois créa ou adopta tout un outillage, simple, d'une conduite facile à la portée des ouvriers de campagne, d'un prix réduit et d'un entretien facile ; aussi est-il appliqué dans près de 600 fermes.

En 1880, il inventa un coupe-racines à force centrifuge qui est aujourd'hui uniquement employé dans toutes les distilleries agricoles de la France.

Une modification de ce coupe-racine est la râpe Champonnoise (en 1866) qui est également à force centrifuge. Nous renvoyons à ce sujet au rapport de M. Combes à la Société centrale d'Agriculture de France.

En 1868, Champonnois inventa la presse continue qui est devenue un concurrent sérieux de la diffusion, notamment en France. Cette disposition, quoique en apparence fort simple, a présenté de grandes difficultés pour son application en fabrique. Il s'agissait avant tout de trouver une surface perméable ne s'obstruant pas par les parties fines entraînées avec les jus. Champonnois employa dans ce but une surface métallique lisse à ouvertures étroites et évasées en dedans, sur laquelle l'action seule d'un couteau sépare complètement le gâteau formé, et cela sans de grandes modifications dans les dispositions anciennes dont le premier type est de Pecqueur.

Des récompenses nombreuses ont été décernées à Champonnois. Déjà, en 1854, il reçut une médaille d'or de la Société centrale d'Agriculture de France ; puis, en 1855, la grande médaille d'or de cette même Société et la grande médaille d'honneur à l'Exposition universelle. A l'Exposition universelle de 1867 il reçut la médaille d'or avec objet d'art et, à celle de 1878, une médaille d'or et un grand prix. En 1870 il reçut le grand prix d'Argenteuil de 12,000 francs de la Société d'encouragement. D'autres médailles d'or lui ont été décernées en 1856, 1860, 1866 et 1877. Il a été nommé en 1858 chevalier et, en 1878, officier de la légion d'honneur.

Louis Walkhoff (*) est né en 1828, à Magdebourg. Il entra tout jeune comme apprenti dans une raffinerie de Copenhague, où il dut travailler pen-

dant quatre ans en simple ouvrier. Il profitait de ses heures libres pour entendre les conférences d'Oerstedt et d'autres. Il étudia ensuite à l'Institut de Waghäusel et, plus tard, à Paris, sous la direction d'Armengaud.

Il a dirigé un grand nombre de sucreries, celle d'Altshausen (Wurtemberg), celle de Tümping (près de Camburg s/S.), celle de Marwitz (province de Prusse), et enfin, celle de Dürnkrot, en Autriche. C'est à Tümping qu'il réussit à produire le premier sucre blanc en gros cristaux, provenant d'une cuite en grains (1849). En 1859 il fut appelé en Russie par le comte Bobrinsky (à Sméla). C'est depuis cette époque que Walkhoff s'est conquis une réputation universelle, tout en contribuant puissamment au développement de l'industrie sucrière en Russie. Il est resté depuis en Russie, d'abord pendant sept ans comme inspecteur des six grandes fabriques du comte Bobrinsky, ensuite comme chef d'un bureau technique à Kieff. En 1870, il a acheté le domaine de Kalinofka, en Podolie, où il introduisit la culture rationnelle des graines de betteraves, inconnue jusque là en Russie.

Parmi les travaux de Walkhoff nous devons citer en première ligne son excellent *Traité pratique de la fabrication du sucre de betteraves* qui se distingue par une grande clarté d'exposition et par la discussion au point de vue pratique de la plupart des questions de sucrerie. Cet ouvrage a été publié en allemand en quatre éditions (1857, 1858, 1866 et 1872). E. Mériot en a fait une traduction excellente en langue française (2 éditions 1870 et 1874), et le comte Bobrinsky l'a fait traduire partiellement en langue polonaise. Observons cependant que l'auteur en a retiré peu d'avantages financiers. Ainsi l'édition allemande de 1857, éditée par Vieweg (Brunswick) ne lui rapporta rien du tout, celle de 1858 la somme de 80 florins pour tout. Le droit de traduction en langue française fut accordé gratuitement. Walkhoff avait publié, en outre, une petite brochure sur « l'État de la fabrication de sucre en Bohême pendant la campagne 1857/58 ».

Walkhoff a introduit de nombreuses améliorations dans le travail technique et chimique de l'industrie sucrière.

Il a surtout amélioré notablement le travail des presses hydrauliques par l'invention de la macération des pulpes (1864). Ce procédé a permis d'extraire de la betterave 90 % de jus normal, c'est-à-dire autant qu'avec la diffusion.

Le système fiscal de la Russie, basé sur le volume des presses hydrauliques, obligeait les fabricants de travailler aussi rapidement que possible. Pour satisfaire à cette condition, Walkhoff améliora (en 1872) la construction des presses hydrauliques, de manière à pouvoir travailler avec une seule presse jusqu'à 100,000 kil. de betteraves par jour. Il remplaça, en outre, le chargement à la main par un chargement mécanique.

Citons encore ses essais fondamentaux sur l'absorption des sels alcalins par le noir animal (1861), ses études au sujet de la température nécessaire pour la révivification du noir animal, etc., etc.

Walkhoff s'est également occupé d'améliorer les appareils d'évaporation^(*), et vient d'inventer récemment (1883) un système particulier qui permet d'augmenter la puissance de ces appareils, en augmentant le vide dans la dernière caisse. Depuis quelques années, il s'occupe aussi de la culture ration-

(*) Voir cette Revue, pages 124 et 152.

nelle des graines de betteraves. (Voir page 388.) Somme toute, Walkhoff est incontestablement un de ceux qui ont rendu le plus de services à l'industrie sucrière.

Remarquons aussi qu'il a toujours accordé son appui et ses conseils aux débutants dans l'industrie sucrière, alors que tant d'autres les ont accueilli plutôt avec défiance et hostilité. On s'adresse à lui de toutes les parties du monde, et il est toujours prêt à donner un conseil ou à encourager un progrès.

Le Dr **Charles Scheibler** est né à Eupen, près de Aix-la-Chapelle, le 16 février 1827. Il étudia à Berlin sous la direction de Mitscherlich, Rose, Sonnenschein, Magnus, etc.

De 1852 à 1856 il remplit les fonctions d'assistant au laboratoire chimique de l'Université de Königsberg, et de lecteur à cette même Université. Mais il préféra bientôt consacrer ses efforts à l'industrie sucrière.

Il entra comme chimiste à la sucrerie de Stettin, et se mit en relations avec les raffineries de cette contrée qui alors ne traitaient que le sucre de canne.

En 1863, il conçut le projet de fonder un organe consacré spécialement à l'industrie sucrière. Le directeur de la Société des fabricants de sucre allemands, ayant eu connaissance de ce projet, l'engagea de l'abandonner et le nomma rédacteur de l'organe de cette Société, la *Zeitschrift* de Berlin. Il a occupé cette position depuis 1864 jusqu'à 1877. Pour mieux se consacrer aux intérêts scientifiques de l'industrie sucrière, il se fixa en 1866 à Berlin où il fonda, avec l'appui de la Société des fabricants allemands, un laboratoire chimique d'où sont sortis beaucoup de travaux scientifiques, et de bons élèves.

En même temps il occupait une chaise à l'Académie royale des Métiers et à l'Institut agricole de Berlin. En 1877, par suite d'un désaccord avec la Société des fabricants allemands, il donna sa démission de rédacteur de la *Zeitschrift* et maintenait pour son compte le laboratoire qu'il avait dirigé jusque là. Bientôt après il fonda un nouveau journal : *Neue Zeitschrift für Rübenzucker-industrie*, qui offre un grand intérêt par la publication de tous les nouveaux brevets, de toutes les questions concernant le travail à la strontiane, etc. En même temps, Scheibler fut nommé par le gouvernement allemand membre du bureau de brevets.

Les travaux de Scheibler sont très nombreux, et lui ont valu avec raison la réputation de premier chimiste de l'industrie sucrière.

Il s'est acquis un grand mérite par l'amélioration des méthodes saccharométriques en démontrant l'inexactitude de l'ancienne méthode de *Venzke*, et en signalant les sources d'erreur dans la polarisation (Z. 17, p. 210). Il conseilla la clarification des jus avec le tannin (Z. 16, p. 32) et l'hydrate d'alumine (Z. 20, p. 223). Il indiqua le moyen de se débarrasser des bulles d'air, constata l'influence sur la polarisation des disques obturateurs trop serrés, etc. Il modifia (Z. 20, p. 609) essentiellement le polarimètre Soleil et indiqua la méthode ingénieuse de la double polarisation qui permet de polariser exactement des sucres, quand même le polarimètre est gradué inexactement (Z. 20, p. 212, et 21, p. 310). Il inventa, de plus, un procédé (Z. 22, p. 297 et 843, et 23, p. 304 ; N. Z. 1, p. 161) qui permet de déterminer approximativement la valeur d'un sucre brut en raffiné, et, enfin, il détermina le sucre directement dans les betteraves râpées au moyen d'une macération continue avec de l'alcool. (N. Z. 2, p. 1).

La méthode actuellement en usage pour l'incinération des cendres au moyen de l'acide sulfurique est également une invention de Scheibler (Z. 14, p. 188), et il construisit un moufle particulier en platine servant à ces incinérations (Z. 17, p. 338). De même, il construisit un appareil pour sécher dans le vide, (Z. 26, p. 829), et un régulateur de la chaleur électrique pour sécher les échantillons de sucre (Z. 17, p. 334). Il inventa l'appareil bien connu pour déterminer rapidement le carbonate de chaux dans le noir animal (Z. 9, p. 285 et 11, p. 260), et l'appareil pour déterminer la quantité d'acide carbonique contenue dans le gaz de la saturation (Z. 16, p. 644). Enfin, il a vérifié et complété (Z. 20, p. 263; 24, p. 950, et 27, p. 32) les tables de Balling-Brix qui ne sont devenues pratiques que par ces vérifications. Il a découvert un nouvel alcaloïde dans les betteraves qu'il a appelé la *bétaine* (Z. 16, p. 229; 19, p. 549, et 20, p. 20) et a montré comment ce corps se comportait pendant la végétation de la betterave. De plus, il a constaté dans les betteraves la présence de l'asparagine (Z. 16, p. 225), de l'arabine (Z. 19, p. 553) (qui avait été confondu jusque là avec l'acide métapectique), et de la glutamine et il a découvert, presque en même temps que le Dr *von Lippmann*, la présence de la vanilline (N. Z. 4, p. 10) dans certains sucres bruts.

Il trouva la vraie formule de la saccharine découverte par Péligot, en démontrant que c'était un anhydride. Enfin, il a appelé l'attention des fabricants sur les matières gélatineuses qui se trouvent fréquemment dans le jus de betteraves et que l'on a appelées « frai de grenouilles ». Il a décrit les propriétés de la dextrane.

Mais Scheibler ne s'est pas borné aux travaux de laboratoire. Il a recherché, en outre, les moyens de retirer le sucre contenu dans la mélasse et il a réussi à doter l'industrie sucrière de deux magnifiques procédés qui ont trouvé de nombreuses applications :

Le procédé de l'*élution* (*) et le procédé de l'*extraction du sucre au moyen de la strontiane* ou plutôt les deux procédés qui s'y rapportent (**).

Le Dr **Charles Stammer** est né à Luxembourg, le 29 février 1828. Après avoir fait ses études aux universités de Bonn, Giessen et Berlin, il a travaillé quelque temps dans les laboratoires de Liebig et de G. Rose.

Il fut nommé ensuite professeur à l'école industrielle de Münster, en Westphalie. En automne 1857 il entra comme chimiste dans la sucrerie centrale et raffinerie de Koberwitz, en Silésie. Il vint de quitter cette fabrique, où il a passé 27 ans, pour prendre son domicile à Breslau. Le Dr Stammer occupe un des premiers rangs dans la littérature sucrière. Depuis 1862 il publie, d'abord en collaboration avec Scheibler, puis seul, un *Annuaire de la fabrication sucrière* dont 24 volumes ont déjà paru.

En 1871 a paru son *Traité de la fabrication du sucre*, écrit en langue française et qui fut complété plus tard par deux suppléments (1870-72 et 1873-74). En 1874, le Dr Stammer a publié son excellent *Traité de la fabrication du sucre* (en allemand) dont l'influence sur les progrès de l'industrie sucrière en Allemagne et en Autriche est incontestable; il a contribué notamment à l'extension du procédé de la diffusion, dont les avantages furent

(*) Voir cette Revue, page 240.

(**) Voir cette Revue, page 252.

méconnues alors par beaucoup de personnes compétentes. Cet ouvrage fut complété en 1881 par un supplément très intéressant. Stammer a écrit, en outre, un *Guide pour l'industrie sucrière* (en allemand) destiné plus spécialement aux jeunes employés, aux contremaîtres, etc., et un *Agenda de l'industrie sucrière* (en allemand) qui compte déjà huit éditions annuelles et dont une édition française vient de paraître. Depuis 1877, il est rédacteur de la *Zeitschrift*, l'organe de la Société des fabricants de sucre allemands.

Le Dr Stammer ne s'est pas occupé exclusivement de l'industrie sucrière. Il a rendu aussi à la distillerie des services considérables par ses publications en cette matière, son *Traité de la distillation* (en français 1873, en allemand 1875), *l'Agenda de la distillation*, etc. Enfin, il a publié plusieurs ouvrages concernant spécialement la chimie, et, en collaboration avec M. Cartuyvels, un *Traité de la fabrication de la bière et du malt* (Bruxelles 1879).

Nous ne pouvons citer ici en détail les nombreux travaux du Dr Stammer qui se rapportent à la chimie sucrière, tels que ses études sur l'analyse de la betterave, sur l'effet du noir animal et sur presque tous les nouveaux procédés préconisés pendant sa longue carrière. Stammer s'est occupé surtout à rendre plus pratiques les opérations des chimistes dans les laboratoires de sucrerie et a inventé plusieurs appareils destinés à cet effet, tels que son appareil pour analyser l'acide carbonique, son colorimètre à nuance normale et, enfin, tout récemment, son moulin servant à transformer les betteraves en crème impalpable.

Hugo Jelinek, est né à Elbogen (Bohême) le 31 mars 1834. Après avoir fait des études chimiques à l'école polytechnique de Prague, il avait l'intention de chercher une place dans l'industrie sucrière. Il n'y réussit pas ; et dut se contenter d'un emploi au chemin de fer Aussig-Teplitz. Enfin, en 1857, il réussit, après beaucoup de démarches, à être admis comme volontaire à la sucrerie de Krimitz près de Pilsen, où il resta pendant deux campagnes. Puis il fut engagé par les propriétaires de la sucrerie d'Angic, pour diriger une station expérimentale qui avait pour but d'étudier des questions chimiques se rapportant à la fabrication. C'est là qu'il fit sur une grande échelle les premiers essais de carbonatation trouble ; mais ces essais n'aboutirent pas par suite de difficultés mécaniques et du manque de ressources financières. En 1860, il devint directeur de la sucrerie de Horomeritz, puis de celle de Vysocan. Dans cette dernière fabrique il s'associa avec M. Frey, le fils de son chef, pour reprendre ses essais sur la carbonatation.

Le 7 mai 1863, le procédé de la carbonatation trouble, appelé le procédé Frey-Jelinek, fut définitivement installé dans la fabrique de Vysocan, en présence de 200 fabricants de sucre accourus de tous côtés, pour juger de son succès. Le même jour on installait les premiers filtres-presses dans une fabrique de sucre.

Depuis 1864 jusqu'à 1873, Jelinek avait son domicile à Pilsen, où il s'occupait principalement de l'installation de la carbonatation trouble dans les usines autrichiennes. Par suite de la crise industrielle, Jelinek quitta en 1874 l'Autriche et se fixa en Russie, où il resta pendant 7 ans comme chef du bureau technique : H. Jelinek et A. Mikolecky, à Kieff, et comme représentant de l'atelier de construction E. Skoda, à Pilsen. En cette qualité il a construit et dirigé plusieurs grandes sucreries situées en Russie.

En 1879 il s'associa avec *François Wellner*, ingénieur en chef de l'établissement de Skoda, pour prendre un brevet sur un nouvel appareil d'évaporation (*). Cet appareil s'est répandu rapidement partout où la fabrication de sucre existe. (On en a monté déjà 237, représentant 37,056 mètres de surface de chauffe.)

Depuis 1881, Jelinek est retourné à Pilsen et s'occupe spécialement de la reconstruction des appareils d'évaporation. Parmi les publications de Jelinek, nous signalons sa brochure traitant de *l'Épuration des jus de betteraves au moyen de la chaux et de l'acide carbonique*, publiée en 1863 et sa monographie : *Des appareils d'évaporation et leur installation*, parue à Prague, en 1882, et dont la première partie (**) a été traduite en langue française.

Charles Steffen a fait ses études aux écoles polytechniques de Brünn et de Vienne. Après avoir passé quelque temps comme volontaire dans l'atelier de construction de Richard Hartmann, à Chemnitz, il s'est fixé à Vienne, en qualité d'ingénieur civil. Depuis 1877, il s'est occupé spécialement de l'industrie sucrière, et a recherché surtout la meilleure manière pour extraire le sucre de la mélasse. En 1879, il inventa la *Substitution* qui fut appliquée d'abord à Dolloplas (Moravie), puis dans plusieurs autres fabriques. Ce procédé était basé sur l'emploi de la chaux et avait l'avantage d'éviter complètement l'application de l'alcool. Mais Steffen en s'arrêta pas là. Au mois de janvier 1883 il réussit à trouver un autre procédé beaucoup plus avantageux encore que la substitution, et qu'il a nommé la *Séparation*. Ce nouveau procédé qui vient à peine de naître, s'est répandu rapidement, surtout en Belgique, et s'est conquis une vogue justement méritée, par suite de sa simplicité et de l'épuisement presque absolu du sucre dans les mélasses.

(*) Voir cette Revue, page 136.

(**) Nous avons donné, page 126, un résumé de la deuxième partie de cet intéressant travail.

ABRÉVIATIONS

- B. A. d. C. — Bulletin de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des colonies, rédigé par F. Dupont (Paris).
- B. Z. — Böhmische Zeitschrift. — Journal pour l'industrie sucrière en Bohême, rédigé par le D^r Nevole.
- D. Z. I. — Deutsche Zuckerindustrie. — L'Industrie sucrière allemande, rédigée par W. Herbertz (Berlin).
- Jahr. St. — Jahresbericht von D^r Stammer. — Annuaire de la sucrerie, rédigé par le D^r Stammer.
- J. d. F. S. — Journal des fabricants de sucre, dirigé par B. Dureau (Paris).
- N. Z. — Neue Zeitschrift. — Nouveau journal de l'industrie sucrière, dirigé par le D^r Scheibler (Berlin).
- O. — Organe de l'Association centrale des fabricants de sucre autrichiens, rédigé par le D^r Kohlrausch (Vienne).
- Sap. — Sapiski. — Journal des fabricants de sucre russes, rédigé par le professeur N. A. Bunge (Kiev).
- S. B. — La Sucrierie belge, dirigée par V. Beauduin (Bruxelles).
- S. I. — La Sucrierie indigène et coloniale, dirigée par H. Tardieu, ingénieur (Paris).
- Z. — Zeitschrift. — Journal de l'Association pour l'industrie sucrière de l'empire allemand, rédigé par le D^r Stammer (Berlin).
- p. — page.

N. B. Le chiffre qui suit le nom du journal consulté indique le tome de ce journal.

ERRATA.

Page	ligne	au lieu de :	lisez :
12	13	Bühmer	Böhmer
40	10	Iutzenka	Jutzenka
47	28	Gory	Görz
69		(ajoutez les lettres à la fig. 84)	
84	28	Drumene	Brumme
98	6	$\frac{0}{M}$ 13	$\Sigma 0 \text{ à } 13$
122	15	S. C ($t_2 - t_1$)	Q = S. C ($t_2 - t_1$)
123	23	$\frac{Q}{606,5 + 0,305 t_1 - t_0}$	et P' = $\frac{Q}{606,5 + 0,305 t_1 - t_0}$
148	15	3 ^e caisse	4 ^e caisse
267	9	russes	allemandes
268	19	consiste	consistait
268	20	est un	et un
—	—	et de	est de
271	9	qu	que
272	6	(ajoutez : à l'état de masse cuite)	
373	1	hache-pied	hoche-pied
377	14	prescription	proscription
377	15	adopté	adapté
389	25	à engrais	à l'engrais
392	12	grains	graines
394	3	calcinées	cultivées
395	18	de l'air	de température
396	1	Breslon	Breslau
400	24	puisés	fumés
404	43	est montée	a monté
412	29	des autres organes	autres organes
413	21	s'attachent	s'attaquent
415	9	oblation	ablation
415	17	empoisonnantes	emprisonnantes
415	18	chaux	choux
415	22	étendu, traçant	étendu traçant
415	27	empoisonnantes	emprisonnantes
433	20	ensuite	en suite
436	7	pikoel	picoul
436	22	picul	picoul
458	10	D.	E.
468	19	E.	F.
477	9	F. Valeur ...	G. Valeur ...
481	9	placez : H devant :	Analyse des betteraves.
483	14	Dippe	Dippe
495	7	placez : 511 après : (page ...	
517	3 d'en bas,	lisez : <i>du cuivre dans le</i> au lieu de : <i>de cuivre dans le</i>	
522	24 d'en haut,	lisez : $X' = \frac{Cu}{p} \times F$ au lieu de : $X' = \frac{Cu}{p} \times F$	

